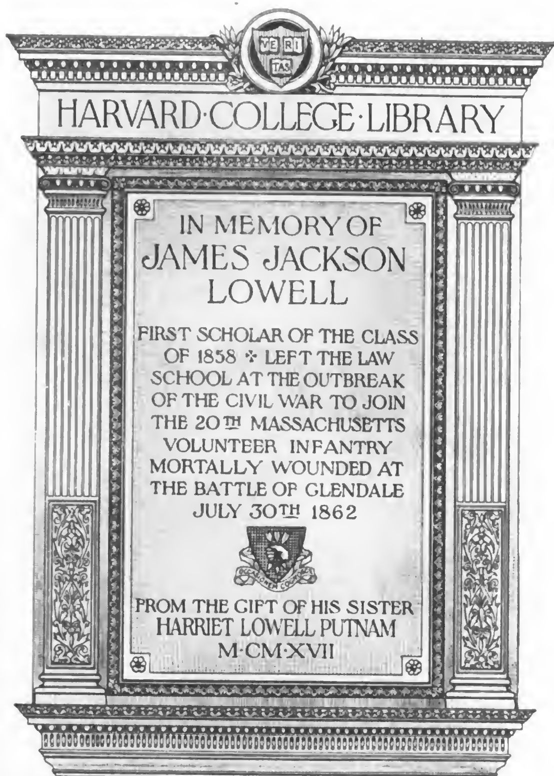
ARCHIV FÜR DIE OFFIZIERE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN ARTILLERIE-...




VE RI TAS
HARVARD·COLLEGE·LIBRARY
IN MEMORY OF
JAMES JACKSON
LOWELL
FIRST SCHOLAR OF THE CLASS
OF 1858 ✣ LEFT THE LAW
SCHOOL AT THE OUTBREAK
OF THE CIVIL WAR TO JOIN
THE 20TH MASSACHUSETTS
VOLUNTEER INFANTRY
MORTALLY WOUNDED AT
THE BATTLE OF GLENDALE
JULY 30TH 1862
PROM THE GIFT OF HIS SISTER
HARRIET LOWELL PUTNAM
M·CM·XVII

Archiv

für

die Officiere

der

Königlich Preußischen Artillerie- und Ingenieur-Korps.

Redaktion:

Plümicke, General-Major.

From, Oberst im Ingenieur-Korps.

Slevogt, Major in d. Artillerie.

Siebenter Jahrgang. Dreizehnter Band.

(Mit 2 Tafeln Zeichnungen.)



Berlin, Posen und Bromberg.

Druck und Verlag von Ernst Siegfried Mittler.

1842.

Archiv

für

die Officiere

der

Königlich Preußischen Artillerie-
und
Ingenieur-Korps.

Redaktion:

Plümicke, General-Major.

From, Oberst im Ingenieur-Corps.

Slevogt, Major in d. Artillerie.

Siebenter Jahrgang.
Dreizehnter Band. Drittes Heft.
(Nebst einer Steindrucktafel.)



Berlin, Posen und Bromberg.
Druck und Verlag von Ernst Siegfried Mittler.
1842.

I.

Abhandlung über die Wirkung des Pulvers verschiedenartiger Anfertigungsweise und über die Art, die Ladung zu bewerkstelligen, um den verschiedenartigen Pulversorten den zerstörenden Einfluß auf die Feuerwaffen zu benehmen.

Vom

Capitain Piobert.

Uebersetzung aus dem Mémorial de l'artillerie, tome IV.

Standpunkt der Frage.

Die Artillerie, wie alle Künste, welche die Anwendung verschiedener Elemente gestatten, deren innerer Verband eine Rückwirkung auf die übrigen Elemente erzeugt wenn eins derselben gewissen Modificationen unterworfen wird, hat nur durch die Uebereinstimmung von Vervollkommnungen, welche man gleichzeitig in ihren verschiedenen Theilen gewann, merkliche Fortschritte machen können. Diese schwierig zu treffende Uebereinstimmung wird oft nur zufällig und gewöhnlich nur in Folge langer und kostspieliger Versuche erlangt.

Seit Erfindung der ersten Feuerröhre, welche, wie ihr Name besagt, nur ein Geräth zu Pulverexplosionen waren und mittelst welcher die ballistischen Wirkungen des Pulvers entdeckt wurden, bis auf das Feuerrohr, welches Gribeauval mit so vieler Genauigkeit vervollkommnet hat, ist eine große Zahl von Einrichtungen versucht worden,

man hat ins Unendliche fast die Formen, die Dimensionen, die inneren Eigenschaften des Metalles verändert, wobei man oft von einem Extrem ins andere verfiel. Diese versuchten Vervollkommnungen bei Feuerröhren, welche in Frankreich im Jahre 11. und neuerdings wiederholt sind, können nur einen günstigen Erfolg haben, sobald sie in Verbindung gesetzt werden mit denen, welche in den übrigen Zweigen der Artillerie statt gefunden haben. So ist die ursprünglich angewendete grobe Mengung von Salpeter, Schwefel und Kohle nur nach und nach hinsichts des Verhältnisses, so wie der Art der Bereitung dieser Bestandtheile vervollkommnet worden, je nachdem die Fortschritte in der Kunst, die Röhre zu gießen, diese fähig machten, größeren Wirkungen zu widerstehen. Die anfänglich aus gleichen Quantitäten der drei das Pulver bildenden Stoffe gewonnene Mengung wurde in den früheren Zeiten nur in dem staubartigen Zustande, von dem das Pulver den Namen hat, angewendet. Dieser Gebrauch erhielt sich während mehr als 3 Jahrhunderte, lange noch als man schon erkannt hatte, daß $\frac{2}{3}$ der Quantität dieser Mengung, gekörnt, eben so viel wirkte, als die ganze Quantität der Mengung in dem staubartigen Zustande. Die aus geschmiedetem Eisen gefertigten tragbaren Feuerwaffen vermochten zuerst den Wirkungen des gekörnten Pulvers zu widerstehen, wenn es in geringen Quantitäten angewendet wurde, und es wurde mit dem Namen Gewehrpulver für diese Waffen angenommen. Ungeachtet der Einsprüche mehrerer Schriftsteller, welche die Nachtheile der Anwendung zweier Sorten Pulver von verschiedenen Kraftäußerungen im Kriege erwiesen und welche die gänzliche Abschaffung des dem Neuen sehr nachstehenden Alten Pulvers verlangten, entschied die mehrfach zu Rathe gezogene Erfahrung für dessen fernere Anwendung bei Kanonen; die Nachtheile, welche aus einer geringeren Wirkung oder aus einem größeren Kostenaufwand hervorgehen, waren weniger zu fürchten, als eine zu schnelle Zerstörung der Geschütze. Als man zur Fertigung der Geschütze der Marine das Gußeisen anwendete, erlaubte dessen Härte Gebrauch von dem gekörnten Pulver zu machen, welches am Ende im 17. Jahrhundert ausschließlich angewendet wurde, als bessere Mischungsverhältnisse von reineren Metallen und ein vervollkommneteres Gußverfahren den bronzenen Geschützen hinreichende Haltbarkeit verschafften.

Da dieses Gleichgewicht zwischen dem Widerstande, den die Feuerwaffen zu leisten vermögen und der zerstörenden Kraft des Pulvers in der Art, wie es angewendet wird, nicht ungestraft verletzt werden darf, so muß man hierauf nicht allein, wenn man ein neues System der Artillerie schafft, sondern auch jedesmal, wenn man nur Modificationen in irgend einem Theile einführt, Rücksicht nehmen, oder man läuft Gefahr, die Neuerung in ihrer Geburt zusammenstürzen zu sehen. So haben wir die von Dumetz modellirten und von Keller gegossenen Geschütze gute Dienste in den langen und zahlreichen Belagerungen, welche die französischen Armeen unter Ludwig XIV. ausgeführt haben, leisten sehen; dieselben Kaliber, aber verstärkt an Metall, und bei geringeren Ladungen (½ kugelschwer, statt dessen früher ⅔ kugelschwere Ladung genommen wurde) leisteten seit dieser Zeit nur sehr mittelmäßige Dienste, wie solches die Versuche von Douai im Jahre 1786 und die seit Beginn der Revolutionskriege ausgeführten Belagerungen beweisen. Dieser schroffe Widerspruch kann nur den Veränderungen beigemessen werden, welche man als Verbesserungen in der Bedienung eingeführt hat; man kann ihn nicht der schlechteren Beschaffenheit des zu dieser Epoche angewendeten Pulvers zuschreiben, weil das damals gefertigte und bis jetzt aufbewahrte Pulver noch jetzt in völlig brauchbarem Zustande ist und die alten früher erlangten Schußweiten dieselben sind, welche dieses Pulver jetzt mit denselben Kalibern giebt; wir werden später sehen, daß die alte Verfahrungsweise, die Geschütze zu laden, auf eine merkliche Weise die Verschlechterungen minderte, welche die Geschütze bei dem jetzigen Modus des Ladens erleiden.

Die Pulverladung mit einer Ladeschaufel zu Boden gebracht, wurde nur theilweise mit dem Ansetzer dort zusammengedrückt, und füllte nur unvollkommen den Raum hinter der Kugel aus, überdies war diese letztere schon merklich von ihrer Stelle gerückt und vorgeschleudert durch die Explosion des Pulverquantums, welches in der Zündungskammer enthalten war, ehe der größte Theil des elastischen Fluidums der Ladung entwickelt war, und ehe das Gas das Maximum der Spannung hatte. Also haben die der früheren Methode des Ladens anklebenden Nachtheile, wegen welcher man sie mit Recht aufgegeben hat, andere weit wichtigere, denen man noch nicht abgeholfen hat,

unschädlich gemacht. Die große Heftigkeit der Verbrennung, welche man in neuern Zeiten dem Pulver mittelst der neuen Methoden der Fabrikation zu geben vermag, hat die geringe Widerstandsfähigkeit der bronzenen Geschütze noch augenscheinlicher gemacht, einige derselben sind selbst bei einer Ladung von ⅓ kugelschwer gesprungen; andere sind mit der schwachen Ladung von ¼ kugelschwer unbrauchbar geworden.

Versuche zu Esquerdes.

Diese Thatsachen haben die vergleichenden Versuche veranlaßt, welche 1831 zu Esquerdes ausgeführt wurden, mit Pulver nach den drei verschiedenen Fabrikationsmethoden gefertigt, nämlich mittelst Stampfen, in Tonnen und auf Mühlen mit Braunkohle. Der Zweck dieser Versuche war, die besonderen Eigenschaften zu ermitteln, welche jedes dieser Fabrikationsverfahren dem Pulver giebt, besonders mit Bezug auf die Geschwindigkeit, welche es den Geschossen giebt und auf die in den Geschützen erzeugten Zerstörungen. Man glaubte so die erforderlichen Data zu erlangen, um die Art der Fabrikation kennen zu lernen, welche das für den Dienst am meisten geeignete Pulver giebt, welches die größt möglichste Wirkung auf die Geschosse hat, ohne von den Waffen, welche dies Pulver fassen und ihm die Richtung seiner Wirkung geben sollen, mehr Widerstandsfähigkeit zu erheischen, als die Metalle, welche bis jetzt als die am geeignetsten zur Geschützfertigung erkannt sind, leisten können. Diese Versuche in einem großen Maßstabe, mit weit vollkommneren Mitteln als die früher angewendeten, unternommen, mit Scharfsinn entworfen und geleitet, mit Einsicht und Genauigkeit ausgeführt, haben indeß nicht den gewünschten Erfolg gehabt, und ihre Resultate sind wenigstens bis jetzt entfernt davon, die gefaßte Hoffnung zu verwirklichen. In der That, jede obiger Fabrikationsmethoden behielt noch immer ihre Partheigänger unter denen, welche beauftragt waren, die Erfahrungen zu verfolgen und die Resultate zu erwägen. Die unterrichtetsten Artillerie-Officiere, die, welche die geeignetsten Schiedsrichter in dieser Sache sind, sind in ihren Meinungen getheilt, so daß man keinen bestimmten Schluß aus den Versuchen hat ziehen, noch sich über die Pulverfrage hat verständigen können, so sehr waren die Ansichten

einander entgegengesetzt, und die Vorschläge von einander abweichend. Man findet wörtlich in dem officiellen Bericht, welchen dieser Versuch veranlaßt hat: „die Commission hat, nach einer aufmerksamen Erwägung der zu Esquerdes ausgeführten Arbeiten, nicht erkennen können, was hierbei zu thun sein möchte, sei es an dem Geschütz rc." Anderen Orts lies't man: „obgleich aus den Erfahrungen von Esquerdes kein Resultat von einer unmittelbaren Anwendung hervorgegangen ist." Endlich schließt die Commission, daß die Pulverfrage noch 11 aufzuklärende Hauptpunkte darbiete, für welche sie 11 neue Reihen von Versuchen vorschlägt und den Entwurf dazu einreicht.

Das Artillerie-Commité, welches die Verbesserungen, welche man dem Pulver mittelst der neueren Fabrikationsmethoden zu verschaffen glaubt, in Zweifel zieht, schlägt vor, den eingeschlagenen Weg, welchen die Commission verfolgen wollte, zu verlassen und glaubt zu dem frühern zurückkehren zu müssen, indem man das Pulver wieder so herzustellen sucht, wie man es 1680 anfertigte und von diesem anerkannt brauchbaren Musterpulver ausgehend, zu Verbesserungen, wenn sie zuläsßig sind, vorschreiten müsse. Man begreift die Verlegenheit der Administration bei dieser Lage der Sache und bei so verschiedenen Meinungen, wenn man den nachtheiligen Einfluß berücksichtigt, welchen ein hierin falsch eingeschlagener Weg auf die Finanzen und auf die Sicherheit des Staats haben kann. Wir glauben daher eine gebieterische Pflicht zu erfüllen, wenn wir versuchen, diese Frage durch die Anwendung der allgemeinen Resultate aufzuklären, zu denen wir in früheren Untersuchungen über die Wirkung des Pulvers, nach allen einigermaßen zuverlässigen bekannten Erfahrungen bis zu dieser Zeit gelangt sind.

Vergleicht man diese Resultate mit denen des Versuchs zu Esquerdes, so erkennt man, daß letztere ebenfalls von den Principien abgeleitet werden konnten, welche in zwei der Akademie der Wissenschaften übersendeten Memoiren entwickelt, und die bis zu einem gewissen Punkte durch die Erfahrung bestätigt sind, weil sie zu Bestimmung der Metallstärken zweier neuer Haubitzen, die eine von Bronze, die andere von Gußeisen, gedient haben, welche beim Schießen vollkommen ausgehalten haben, ungeachtet diese Metallstärken weit schwächer sind, als die, welche man bis jetzt den Geschützen von

demselben Kaliber und von demselben Material bei Ladungen und Geschossen von demselben Gewichte zu geben für nothwendig geglaubt hat.

Die Schwierigkeiten, auf welche man stößt, aus den Resultaten der Erfahrung zuverlässige Schlüsse über die Wirkung des Pulvers in Feuerwaffen zu machen, rühren von dem Hauptfehler der Versuche her, daß diese bisher nur das Maaß der Totalwirkung oder die Summe der durch das elastische Fluidum ausgeübten Wirkungen, sei es auf die Geschosse oder auf die Geschütze, gegeben haben, ohne etwas in Bezug auf die Stärke der partiellen Wirkungen anzuzeigen, welche sich mit Schnelligkeit während der ganzen Zeit, in welcher die bewegende Ursache ihre Wirkung ausübt, folgen; selbst die ganze Dauer dieser Wirkung ist nie gemessen worden. Da nun die Totalwirkung aus einer unendlichen Menge von Combinationen verschiedener partieller Wirkungen hervorgehen kann, so genügt das Maaß der Totalwirkung nicht, um den Ort, den Zeitpunkt, die Dauer und die Kraft des Druckes zu folgern, welchen die ausdehnende Kraft des durch die Verbrennung des Pulvers erzeugten Gases hervorbringt. Die Kenntniß dieser Data ist indeß, wenn man die Wirkung selbst der kleinsten eingeführten Aenderungen, sei es in der bewegenden Ursache oder in der Maschine, vorhersehen will, und selbst um ein richtiges Urtheil über die unmittelbar erlangten Wirkungen und Resultate zu fällen, wegen der merklichen Verschiedenheiten, die zwischen ihnen von einem Schuß zum andern statt finden, unerläßlich. Denn damit 2 Schüsse unter völlig gleichen Umständen geschähen, bedürfte es eines Zusammentreffens von völlig einerlei Umständen in beiden Fällen, ein Zusammentreffen, welches in dieser Art von Versuchen unmöglich zu erlangen scheint. Man sieht, daß ungeachtet aller bei den Versuchen zu Esquerdes angewendeten Sorgfalt nicht allein alles Pulver von einerlei Fabricationsmethode, sondern selbst die verschiedenen Schüsse mit dem Pulver aus einer und derselben Fabrik nicht vollkommen unter gleichen Umständen versucht worden sind. Man wird also aus dem allein gemessenen Rücklauf und der Anfangsgeschwindigkeit nicht strenge Vergleiche zwischen den Produkten von 2 Pulver-Etablissements, welche verschiedene Fabrikationsmethoden anwenden, anstellen und aus noch weit stärkeren Gründen wird man nicht genaue Schlüsse

aus den erhaltenen Resultaten für verschiedene Pulversorten ziehen können, deren besondere physische Beschaffenheiten sie in Umstände zu versetzen zwingen, welche noch mehr von einander verschieden sind. Wir bemerken z. B. eine große Verschiedenheit in der Körnergröße des verschiedenen Pulvers derselben Fabrik; sein Gewicht variirt im Verhältniß von 3 : 4. Diese Verschiedenheit steigt selbst auf das Verhältniß von 2 : 3 für Pulver von verschiedenen Fabrikationsmethoden. Das specifische Gewicht der Körner wechselt im Verhältniß von 16 zu 18 für dasselbe Fabrikationsverfahren, und für verschiedene von 15 zu 18. Diese beiden Ursachen erzeugen in der Geschwindigkeit der Entzündung und der Verbrennung des Pulvers beträchtliche Aenderungen, aus denen in der gravimetrischen (relativen) *) Dichtigkeit Ungleichheiten entstehen, welche sich in der Spannung und Dichtigkeit des elastischen Fluidums in der Seele der Röhre, wegen des mehr oder minder großen Raums, den die Ladung einnimmt, fühlbar machen; die Differenzen des specifischen Gewichts der Körner üben auch noch einen Einfluß auf diese Dichtigkeit und Spannung im Rohre während der ganzen Zeit aus, welche die völlige Verbrennung des Pulvers erfordert.

Zu allen diesen Verschiedenheiten in den physischen Eigenschaften der einzelnen Pulversorten, welche zu Esquerdes versucht wurden, muß man noch die merklichen Verschiedenheiten, welche bei ihrer Anwendung stattfanden, hinzufügen. Man sieht in der That, daß die Länge der Ladung in jeder Serie für dasselbe Pulver bis zu $\frac{1}{15}$ bei 2 auf einander folgenden Schüssen verschieden war; wäre die Ladung völlig zusammengebrannt, bevor irgend eine bemerkliche Bewegung der Kugel stattgefunden, so würde dieser Unterschied nach den Erfahrungen von Rumford schon eine Differenz der Spannung des Gases von 3000 Atmosphären herbeiführen; in Folge der allmähligen Bildung des elastischen Fluidums wird diese ungeheure Differenz nach unsern Berechnungen auf $\frac{1}{10}$ dieser Größe zurückgeführt, aber diese

---

*) Bk. Gravimetrisch bezeichnet das Raumverhältniß bei gleichen Gewichten im Gegensatz von specifisch: Gewichtsverhältniß bei gleichen Räumen; es sei hier durch relativ übersetzt, so daß bei größerer relativer Dichtigkeit die Körner einen um so kleineren Raum einnehmen.

Verschiedenheiten der Wirkungen bei 2 Schüssen, für welche dieselben Umstände vorausgesetzt werden, sind noch zu beträchtlich, als daß man aus dem dabei stattgefundenen und beobachteten Rücklauf und der Anfangsgeschwindigkeit Schlüsse ziehen könnte, ohne auf die besonderen Umstände bei jedem Schusse Rücksicht zu nehmen. Vergleicht man die Längen der Pulverladungen bei Pulver von derselben Fabrikationsmethode und von demselben specifischen Gewichte der Körner (1,518 oder 1,519), so sieht man, daß z. B. das Pulver von Ripault von einer relativen Dichtigkeit (0,83866), die größer als bei dem Pulver von Maromme (0,83066) ist, dennoch eine größere Länge in der Seele des Geschützes einnimmt, dieser Unterschied kann nicht von einem gleichen Ansetzen oder von irgend einer für beide Pulversorten gleichförmigen Ursache herrühren, weil die erstere Sorte einer stärkeren Zusammenpressung (974 bis 838) fähig ist, als die letztere (953 bis 830); anderer Seits kann man nicht voraussetzen, daß man Papier-Kartuschen von verschiedenen Diametern für beide Pulversorten angewendet habe. Wie dem auch sei, dies ändert völlig die Umstände beim Schießen, sei es durch den größern Raum, welcher um die Ladung bleibt oder durch die hierdurch entstandenen größeren Zwischenräume zwischen den Körnern, Umstände, welche Einfluß haben sowohl auf die Geschwindigkeit der Mittheilung des Feuers durch die ganze Ladung, als auf die Dichtigkeit des elastischen Fluidums in den ersten Momenten. Dehnt man diesen Vergleich auf die übrigen Pulversorten aus, so ergiebt sich, daß das Pulver von Esquerdes (auf Mühlen gefertigt) noch mehr zusammengepreßt war, als das von Maromme, daß das von Metz es etwas weniger und endlich das von Bouchet es nur unbedeutend weniger als das von Esquerdes war, die übrigen Pulversorten liegen in dieser Beziehung in der Mitte der genannten.

Erste Serie des Versuchs.

Wenn man nach diesen vorläufigen Bemerkungen über die Verschiedenheiten, welche bei Anwendung der verschiedenen Pulversorten statt gehabt haben, den beiden zu Esquerdes ausgeführten Versuchsreihen folgt, so zeigen sie, daß ein neuer Feld-12-Pfünder (le Cerbère) von vorn herein durch 12 Schuß mit aufgebundener Kugel

und bei $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung von jeder der sieben zum Versuch gezogenen Pulversorten merklich beschädigt worden ist, von diesen sieben Sorten waren drei mit Stampfen, drei mit Tonnen und Pressen und eine auf Mühlen gefertigt. Diese 84 Schuß und ein 14maliges Aufflammen des Geschützes haben ein Kugellager von 0,07 Preuß. Zoll und eine spindelartige Vertiefung von 0,04 — 0,06 Preuß. Zoll erzeugt. Da nicht alle Umstände in Bezug auf jeden Schuß mit jeder der Pulversorten angegeben sind, so genügen die gemessenen Anfangsgeschwindigkeiten, so wie der Rücklauf nicht, um auf irgend eine andere besondere Eigenthümlichkeit irgend einer dieser Pulversorten schließen zu können, man weiß durch sie nur, daß unter ihnen ein zerstörendes Pulver sich findet. Dies ist eben so der Fall mit den 21 Schuß mit Spiegeln, welche darauf mit 15 Pulversorten geschahen, und welche die Eindrücke in der Seele um 0,10 erweitert haben. Das also verdorbene Geschütz hat zu Untersuchungen über die Körnung des Pulvers gedient, welche einen völlig guten Zustand der Seele verlangt hätten, um mit Genauigkeit den Einfluß der Körnergröße zu zeigen, und welchen man — mit Ausnahme für sehr große Körner (17 und 20 auf 1,2 Grän Handelsgewicht), welche geringere Geschwindigkeiten gegeben haben, als Ladungen von einem so kleinen Volumen hätten geben sollen — wenig influirend gefunden hat; für die anderen Körnergrößen sind die Unterschiede der relativen Dichtigkeit, die daraus hervorgegangen sind, viel merklicher gewesen und haben sie den Einfluß der Körnergrößen paralysirt. Da die Schußweiten mit den Dichtigkeiten abgenommen haben und da die halbe und ganze Schleifung der Körner diese Dichtigkeit vermehrt hat, so haben sich die Geschwindigkeiten vergrößert, und als die Dichtigkeiten wenig variirt haben, hat man noch einen sehr schwachen Einfluß der Körnung wahrnehmen können. 18 Schuß mit Pulver aus Braunkohle und von großer Dichtigkeit, haben den Eindruck der Seele um 0,05 Zoll vertieft, die Spannung des Gases einer dieser Pulverarten hat nothwendig das Doppelte des stärksten Drucks, welchen die mit Stampfen und aus Schwarzkohle gefertigten Pulverarten im Geschütz ausgeübt haben, überschritten.

Die Versuche mit dem Pulver mittelst Tonnen und unter verschiedenen Pressen gefertigt, haben gezeigt, daß, obgleich die Vermehrung

der specifischen Schwere der Körner die Schnelligkeit der Verbrennung vermindert, die Vermehrung der relativen Dichtigkeit in der ganzen Ladung, die damit verbunden ist, auf der andern Seite diese Verminderung in der Totalwirkung wegen des geringern vom Gase im ersten Augenblick seiner Spannung eingenommenen Raumes wieder aufhebt und übersteigt.

Die Vergleichung des Ganzen der mit Pulver aus Braunkohle und aus Schwarzkohle erlangten Resultate scheint zu zeigen, daß letztere dem Pulver mehr Schnelligkeit der Entzündung, erstere ihm mehr Lebhaftigkeit der Zusammenbrennung giebt; 63 Schuß mit diesen Pulversorten, von denen keine eine große relative Dichtigkeit mit einer großen Geschwindigkeit der Verbrennung verbindet, haben nicht merkliche Verschlechterungen in der Seele erzeugt. Es ist dies nicht eben so der Fall mit Pulver, welches auf Mühlen mit Braunkohle verfertigt und von einer großen relativen Dichtigkeit (9,920) ist und in Ladungen über ½ Kugelgewicht angewendet wird, 2 Schuß mit 5 Pfund haben den Eindruck in der Seele auf 0,23 Zoll Tiefe und zwei andere mit 6 Pfund Ladung auf 0,42 Zoll Tiefe gebracht, bei einer Längenausdehnung von 6,11 Zoll; (der Stückseelenmesser gab nicht mehr an) das Metall war äußerlich aufgerissen und das Geschütz völlig unbrauchbar. Die Spannung des Gases war in den ersten beiden Schüssen das Doppelte des stärksten Druckes, welchen das mit Stampfen gefertigte Pulver in den Feldgeschützen mit gewöhnlicher ⅓ kugelschwerer Ladung ausübt; in den letzten beiden Schüssen hat diese Spannung das 2½fache dieses Drucks überschritten. Die Unbrauchbarkeit des Geschützes hat die 1ste Serie des Versuchs geendet, welcher, wie man sieht, zu keinem bestimmten Schluß führen kann, man kann höchstens einige Andeutungen daraus ziehen.

Zweite Serie des Versuchs.

Die zweite Versuchsreihe ist mit dem bronzenen Feldgeschütz (le brutal) begonnen, welches genau von 12pfündigem Kaliber war, und beständig mit Kugelkartuschen geladen wurde. Zu den Probeschüssen wandte man das auf Mühlen gefertigte Pulver mit Braunkohle an, welches den Cerbère unbrauchbar gemacht hatte; nach 2 Schüssen mit 1 Pfund und 3 Pfund Ladung und 3 Schüssen mit

2 Pfund, 3½ Pfund und 4 Pfund Ladung war der Eindruck in der Seele gegen den vorderen Theil der letzteren Ladung 0,11 Zoll tief; es ist wahr, es geschahen außerdem noch 2 Schuß mit dem Pulver von Maromme, aber dieses ist völlig unangreifend gegen das Metall, alle Beschädigungen rühren von dem andern Pulver her, bei welchem das Maximum der Gasspannung höher gewesen ist, selbst bei der Ladung von 2 Pfund größer als der des größten Drucks, welchen das Pulver von Maromme bei 4 Pfund Ladung giebt. Also hat sich die Seele der Kanone in merklich beschädigtem Zustande befunden, bevor die beabsichtigten vergleichenden Versuche zwischen 3 Pulversorten mittelst Stampfen, 3 Sorten in Tonnen und 2 Pulversorten auf Mühlen mit Braunkohle, die eine in Esquerdes, die andere in England gefertigt, begannen. Die 10 Schuß, welche mit jeder dieser 8 Pulversorten geschahen, können, da sie unter verschiedenen Umständen statt hatten, durch die gemessenen Mittel des Rücklaufs und der Geschwindigkeit nicht ihre Klassificirung angeben, weder in Rücksicht auf die Lebhaftigkeit der Verbrennung, noch auf die Spannung des elastischen Fluidums, welches bei ihrer Zersetzung entwickelt worden ist, noch endlich in Rücksicht auf die Wirkung, welche sie gegen die Wände des Geschützes ausgeübt haben; man ist also sehr weit davon entfernt, diese Wirkungen zu bestimmen und noch weiter, um die Veränderungen zu erkennen, welche aus den Verschiedenheiten entstehen, die bei den besonderen Umständen, unter denen diese Pulversorten versucht worden sind, statt gehabt haben.

Die Betrachtungen, welche hiezu führen, sind zu verwickelt, um hier einen Platz finden zu können, wir verweisen auf die beiden schon erwähnten Memoiren, in welchen sie entwickelt sind, wir geben hier nur die Resultate, zu welchen sie führen, wenn man davon Anwendung auf die Versuche von Esquerdes macht. Man sieht zunächst, wenn man den Vergleich mit Pulver desselben Fabrikationsverfahrens beginnt, daß das Pulver von Ripault, obgleich es geringeren Rücklauf und geringere Anfangsgeschwindigkeit gegeben hat, als das von Maromme, dennoch von einer lebhafteren Zusammenbrennung ist; in Betreff des Pulvers von Metz ist dessen lebhafte Verbrennung um eben so viel geringer, als sie es bei dem Pulver von Maromme im Vergleich zum Pulver von Ripault ist. Eine wichtige Beobachtung

ist, daß obgleich letzteres Pulver eine größere Lebhaftigkeit der Verbrennung zeigte, als die beiden andern Pulversorten, die Verlängerung seiner Ladungen es dennoch am wenigsten das Geschütz angreifend von allen 3 Serten gemacht hat; die größte Spannung seines Gases ist ungefähr $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{14}$ weniger stark als die der beiden übrigen Pulversorten, während seine Geschwindigkeit nur um $\frac{1}{770}$ und $\frac{1}{130}$ von denen derselben andern Pulversorten differirt, während sein Rücklauf den des Pulvers von Metz übertroffen hat, und nur $\frac{1}{382}$ geringer, als der des Pulvers von Maromme gewesen ist. Wir werden später auf die Folgerungen zurückkommen, welche man aus dieser merkwürdigen Thatsache ziehen kann.

Unter den in Tonnen fabricirten Pulversorten differiren die von Angouleme und Bouchet nicht viel von einander. Die Lebhaftigkeit der Verbrennung des ersteren ist vielleicht etwas größer, als die des zweiten, aber in einem weit geringeren Verhältnisse, als das der Anfangsgeschwindigkeiten, welche bei letzterem durch eine immer größere Verlängerung der Ladung als bei ersterem, vermindert worden sind, da hierdurch das Maximum der Spannung des Gases um $\frac{1}{24}$ der Spannung verringert worden ist, welche es gehabt hätte, wenn es unter demselben Umstande wie das von Angouleme verwendet worden wäre. In Betreff des Pulvers von Esquerdes ist seine Verbrennung weit minder lebhaft, als die der vorhergehenden Pulversorten gefunden worden und obgleich es als in demselben Modus der Fabrikation classificirt ist, so muß eine merkliche Differenz in irgend einem Theile der Anfertigungsweise statt haben, denn es nimmt fast die Mitte zwischen dem Pulver von Angouleme und Bouchet und dem von Ripault ein, dessen ungeachtet nähert sich die Spannung seines Gases ungefähr dreimal mehr der der beiden erstern Pulversorten, als der der letzteren, so daß es bei Berücksichtigung des Verhältnisses der nützlichen Wirkung zum zerstörenden Einfluß das am wenigsten vortheilhafte in der Anwendung ist.

Pulver mit Braunkohle auf Mühlen gefertigt, sowohl das in England, wie das zu Esquerdes gefertigte, haben merkbar dieselbe Lebhaftigkeit der Verbrennung; die größte relative Dichtigkeit des Pulvers von Esquerdes oder wenn man will, die geringste Länge

seiner Ladung hat ihm eine um ⅛ größere Gasspannung gegeben, es hat also auch zerstörender sein müssen.

Classificirung des Pulvers von verschiedenen Fabrikationsmethoden.

Vergleichen wir gegenwärtig die Pulversorten von verschiedenen Fabrikationsmethoden, so sehen wir, daß in Rücksicht der Lebhaftigkeit der Verbrennung sie, wenn man mit den stärkern beginnt, wie folgt, sich ordnen.

Pulver von Esquerdes nach englischer Art auf Mühlen und mit Braunkohle gefertigt und englisches Pulver	12
Pulver von Angouleme und Bouchet in Tonnen mit Schwarzkohle gefertigt	14
Pulver von Esquerdes ebenso	16
„ „ Ripault, mittelst Stampfen und Schwarzkohle	18
„ „ Maromme „ „ „	19
„ „ Metz „ „ „	20

Sie würden dieselbe Reihefolge in Rücksicht auf die Zerstörungsfähigkeit für das Geschütz einnehmen, wenn sie beim Schießen unter gleichen Umständen angewendet wären, aber mit Berücksichtigung der besondern Umstände, welche bei den Versuchen zu Esquerdes statt gehabt haben, müssen sie, wie folgt, geordnet werden, wenn man mit dem beginnt, welches am angreifendsten für das Geschütz ist.

Das Mittel der Spannung des Gases im Maximo war beinahe im Verhältniß der Zahlen:

Pulver von Esquerdes, nach englischer Art gefertigt	27
Englisches Pulver und Pulver von Angouleme	24
Pulver von Bouchet	23
„ „ Esquerdes	22
„ „ Maromme und Metz	20
„ „ Ripault	19

Man glaubte, daß, wenn man die Ladungen des in Esquerdes auf Mühlen und mit Braunkohle gefertigten Pulvers verminderte, man es weniger zerstörend machen würde, ohne die Anfangsgeschwindigkeit zu verlieren, welche die nach altem Verfahren gefertigten Pulversorten gegeben haben, man versuchte so die Ladung von 3 Pfund

mit diesem Pulver. Da die erhaltenen Geschwindigkeiten bedeutend geringer waren, als die, welche die mit Stampfen gefertigten Pulversorten geben, so nahm man 3½ Pfund desselben Pulvers. Die mittlere Geschwindigkeit übertraf die des alten Pulvers und der Rücklauf war weniger groß. Dies Resultat ließ Einige glauben, daß es vortheilhaft für den Dienst sei, unter allen Verhältnissen, die Anwendung des neuen Pulvers einzuführen, indem man die Ladungen so verringerte, daß man dieselbe und eine selbst größere Anfangsgeschwindigkeit behielt, als die mit Stampfen gefertigten Pulverarten dem Geschoß geben, und dabei ihren zerstörenden Einfluß auf Röhre und Laffete verringerte, wodurch eine größere Ersparung an Material und Pulver für den Staat erwüchse. Diese Hoffnung kann unglücklicher Weise nicht erfüllt werden, denn wenn man das Maximum der Spannung des elastischen Fluidums bei den 10 Schuß ermittelt, welche man beim Versuche von Esquerdes mit der reducirten Ladung, die so große Vortheile darzubieten schien, erhielt, so findet man, daß das Mittel dieses Maximums der Spannung merklich das der Pulversorten von neuen Fabrikationsmethoden mittelst Tonnen und selbst das des englischen Pulvers übertroffen hat; ordnet man es nach dem oben angewendeten Maßstabe, so entspricht ihm eine etwas größere Zahl als 25, so daß diese Ladung von 3½ Pfund Pulver bedeutend zerstörender für die Röhre ist, als die der andern selbst am meisten angreifenden Pulversorten, und selbst wenn man die Ladung von demselben Pulver auf 3 Pfund herabsetzt, wie solches versucht ist, so findet man, daß, ungeachtet der bezeichneten geringern Anfangsgeschwindigkeit, die größte Spannung seines Gases merklich die mittlere größte Spannung des Gases der Pulversorten, nach dem neuen Verfahren in Tonnen gefertigt und bei Ladungen von 4 Pfund übertroffen hat, so daß alle nach älterem Verfahren gefertigten Pulversorten und das in Bouchet und Esquerdes in Tonnen gefertigte Pulver bei ⅓ kugelschwerer Ladung weniger das Rohr angreifen, als das in Esquerdes mit Braunkohle und auf Mühlen gefertigte Pulver bei der Ladung von ¼ Kugelschwere. Stellt man seine größte Wirkung nach obigem Maßstabe dar, so findet man, daß es beinahe die Zahl 23½ erreicht. Also das Maximum der Spannung von 4 Pfund Pulver von Esquerdes mit Braunkohle und auf Mühlen gefertigt hat um ⅐ die

größte Wirkung übertroffen, welche die gewöhnlichen Ladungen des besten mittelst Stampfen gefertigten Pulvers auf die Feldgeschütze äußerten und für welche diese proportionirt sind. Diese Wirkungen werden selbst noch um $\frac{2}{7}$ und $\frac{1}{14}$ übertroffen, wenn man die Ladungen dieses auf Mühlen gefertigten Pulvers auf $3\frac{1}{2}$ und 3 Pfund herabsetzt, und um es eben so wenig die Röhre angreifend zu machen, als das mit Stampfen gefertigte, müßte man die Ladung bis zu einem Punkte verringern, bei welchem die Summe der Kräfte der Gase, welche auf das Geschoß wirken, nur ungefähr die Hälfte von der wäre, welche sie jetzt mit den gewöhnlich angewendeten Ladungen und Pulver ist. Man muß also darauf verzichten, das Ziel zu erreichen: gleichzeitig große Geschwindigkeiten und Erhaltung der Röhre dadurch zu erlangen, daß man die Ladung eines sehr lebhaft wirkenden Pulvers veringert.

Mittel, das am lebhaftesten wirkende Pulver unangreifend für das Metall zu machen und es mit großem Vortheil anzuwenden.

Dieses ärgerliche Resultat würde anzuzeigen scheinen, daß das neue Pulver eine so sehr zerstörende Eigenthümlichkeit hat, daß es für die Feuerröhre verbannt werden müsse, und daß man auf die Vortheile Verzicht leisten muß, welche aus der Anwendung einer größeren bewegenden Kraft für die Fortschleuderung der Geschosse entstehen würden, so wie auf die Ersparnisse, welche daraus entstehen könnten; wenn man nicht die mit dem alten Pulver erlangten Wirkungen überschreiten wollte. Dies könnte zu der Meinnng, wie die eines großen Theils kriegserfahrner Officiere, führen, nämlich, daß die in der Fabrikation des Pulvers eingeführten Aenderungen, welche als neues Verfahren bezeichnet werden, entfernt deren Vervollkommnung für die Artillerie herbeizuführen, Rückschritte veranlaßt haben, und daß man zu den älteren Fabrikationsmethoden zurückkehren müsse, deren Produkte während einer langen Reihe von Belagerungen und Schlachten angewendet, die Geschütze nicht zerstört haben; aber da, wie wir früher bemerkt haben, die ältere Art, die Ladung in das Geschütz zu bringen, mittelst der Ladeschaufel, und die Ladung durch das Zwischenmittel einer Zündungskammer zu entzünden nicht mehr

im Gebrauch ist, so werden diese alten mit Stampfen bereiteten Pulversorten bei der gegenwärtigen Art zu laden und der directen Communication des Zündlochs mit der Seele auch nicht mehr das Geschütz so wenig angreifen; in der That die Klagen über die geringe Haltbarkeit der Geschütze reichen schon auf einen ziemlich fernen Zeitpunkt zurück, da Gribeauval schon vor mehr als 50 Jahren glaubte, daß man nicht ungestraft die Kraft des Pulvers würde vergrößern können, ohne die jetzige Bronce der Kanonen widerstandsfähiger zu machen; überdies waren die stärksten Ladungen schon seit längerer Zeit auf $\frac{1}{2}$ Kugelgewicht festgestellt. Es ist also wahrscheinlich, daß die alten mit Stampfen gefertigten Pulverarten bis zu einem gewissen Grade eben so wie die neuen den Vorwurf verdienen würden, bei dem jetzigen Modus der Anwendung zu zerstörend zu wirken. Erhebt man sich aber zu weiteren Betrachtungen, so ist es peinlich zu denken, daß die Kunst unnützerweise einen bedeutenden Zuwachs an bewegender Kraft in unsere Hände gelegt habe und daß wir nicht davon Gebrauch zu machen wissen. Glücklicher Weise ist dies nicht der Fall, und hier wie in einer Menge anderer sich darbietender Verhältnisse, in welche man nicht die wirkende Ursache, welche die Natur giebt, modificiren kann, besteht die Kunst darin, dies wirkende Mittel so anzuwenden, daß man von allen seinen nützlichen Eigenschaften Vortheil zieht, indem man gleichzeitig seine schädlichen Wirkungen entkräftet. Im vorliegenden Falle kann man zu diesem Ziele gelangen mittelst der Resultate, zu welchen uns die vorhergehenden Betrachtungen über die Unterschiede geführt haben, welche besondere Umstände in Hervorbringung der größten Wirkung bei den in Esquerdes versuchten Pulversorten herbeigeführt haben. Wir haben gefunden, daß das Pulver von Ripault, trotz seiner größten Lebhaftigkeit der Verbrennung merklich dieselben Anfangsgeschwindigkeiten als das Pulver von Metz gegeben hat, ungeachtet der größeren Verlängerung der Ladungen, welche in den ersten Momenten der Bewegung des Geschosses die Dichtigkeit seines Gases bedeutend vermindert hatte, so daß die größte Spannung des elastischen Fluidums $\frac{1}{24}$ schwächer war, als die, welche beim Pulver von Metz statt fand. Man sieht also, daß wenn man den Raum hinter der Kugel vergrößert, das Maximum der Gasspannung und alle Spannungen, welche

im

im Anfange ihrer Ausdehnung statt haben, viel schneller abnehmen, als die Anfangsgeschwindigkeiten, so daß ein lebhafteres Pulver unter geeigneten Umständen angewendet, größere Anfangsgeschwindigkeiten geben kann, als ein anderes, ohne daß das Maximum seiner Wirkung die eines weit weniger lebhaften Pulvers überschreitet oder selbst demselben nur gleichkommt, wenn letzteres in einem geringeren Raum eingeschlossen ist. Wenn man für die Pulversorten der neuen Fabrikationsweise, welche weit lebhafter sind, als das von Ripault, eine ähnliche Anordnung in Hinsicht des Raums, wie die, welche dies Pulver bei den Versuchen in Bezug auf das Pulver zu Metz gehabt hat, einführte, so würden die Vortheile viel bezeichnender als die vorhergehenden sein und man würde so beträchtlich das Maximum der Gasspannung, welche das Pulver angreifend macht, herabsetzen können, ohne in demselben Verhältnisse das Uebergewicht der Anfangsgeschwindigkeit, welches es über die alten Pulversorten hat, zu verringern.

Man wird dieses Resultat begreifen können, ohne auf die erwähnten Memoiren, welche alle Entwickelungen in Bezug auf die Frage der Wirkung des Pulvers im Allgemeinen enthalten, zurückzukommen, wenn man bemerkt, daß die Verbrennung des Pulvers fern davon ist, augenblicklich statt zu finden; das Geschoß durchläuft eine gewisse Länge der Seele, bevor sich die Dichtigkeit des elastischen Fluidums gebildet hat, welche zuerst sich mit großer Schnelligkeit vergrößert, bald ihr Maximum erreicht (welches gewöhnlich stattfindet, bevor die Kugel um $\frac{1}{4}$ Kaliber aus ihrer Stelle gerückt ist), sodann eben so schnell wieder abnimmt. In den ersten Augenblicken hängt die Dichtigkeit des Gases also besonders von der anfänglichen Lage des Geschosses ab, die kleinsten Variationen hierin sind sehr vergleichbar mit dem alsdann vom Gase eingenommenen kleinen Raum; das Maximum der Dichtigkeit ändert sich merklich mit der anfänglichen Lage des Geschosses; und da die Spannung des Gases in einem weit größeren Verhältnisse als seine Dichtigkeit wächst, so kann die größte Wirkung des elastischen Fluidums sich verdoppeln, wenn man die Kugel um $\frac{1}{4}$ Kaliber dem Boden der Seele nähert; nach Maßgabe aber wie die Dichtigkeit des Gases abnimmt, nimmt auch schnell der Einfluß der ursprünglichen Lage der Kugel ab, und er wird fast unmerk-

bar, sobald das Geschoß einige Kaliber der Länge der Seele durchlaufen hat, so daß die Wirkungen der bewegenden Kraft wieder sehr nahe dieselben werden, wie vor dem Zeitpunkte der völligen Verbrennung des Pulvers, und wenn man diesen Zeitpunkt durch die Anwendung eines lebhafteren Pulvers beschleunigt, so kann man ganz und noch über das Maaß die Verluste ersetzen, welche von der Verlängerung der Ladung herrühren, weil die Verminderungen der Spannung, obgleich diese sehr stark in den ersten Momenten sind, nur während einer sehr kurzen Zeit statt haben, ihre Summe also kleiner wird, als die der folgenden Vermehrung, welche an sich kleinere Summanden hat, die indeß während einer weit längeren Zeit influiren.

Bk. Diese Betrachtungen zeigen auf die wahren Ursachen hin, daß die Mörser bei kammervoller Ladung so wenig Dauer haben; die Klagen darüber fangen an, als man aufhörte, eine Schicht Erde zwischen der Bombe und Ladung zu legen; die Mortiere à la Gomer beseitigten diese Uebelstände, da sie nicht erlauben, daß die Kammer völlig gefüllt wird und nie ein leerer Raum hinter der Bombe bei ihnen bleibt.

Aenderungen, welche in der Art zu laden zu treffen sind.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die genannten Wirkungen die Hauptursachen zu dem günstigen Erfolge der Ladungsweise des Belagerungsgeschützes sind, welche das Comite der Artillerie 1823 zu Douai hat ausführen lassen, um die Dauer der Dienstbrauchbarkeit der Geschütze viel über die kleine Zahl von Schüssen, welche sie bei dem gewöhnlichen Verfahren aushalten, zu verlängern. Die angewendeten langen Heuvorschläge waren genugsam widerstehend, um die Kugel ungeachtet des Ansetzens hinreichend fern vom Boden der Seele zu halten, und sie waren gleichzeitig hinreichend zusammendrückbar und durchdringbar durch die Gase, um ihnen zu gestatten, einen merklich größeren Raum einzunehmen, als die Ladung für sich faßt, so daß sich die Sache beinahe verhielt, wie bei dem in vorhergehenden Untersuchungen vorausgesetzten leeren Raum. Es würde dasselbe beinahe allemal stattfinden, wo man Vorschläge oder Spiegel von sehr zusammendrückbarer und wenig elastischer Materie anwen-

dete, aber alsdann ist der größte Theil der ausdehnenden Kraft des Gases in den ersten Momenten für das Geschoß verloren und wird nur angewendet, um die dazwischenliegende Materie zusammenzudrücken, während wenn diese Materie sehr elastisch wäre, und nicht eher anfinge merkbar zusammendrückbar zu sein, als bei der Spannung von 140 oder 175 Atmosphären, welches ungefähr die des Gases in den Feldgeschützen bei $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung und in den Belagerungsgeschützen bei $\frac{1}{2}$ kugelschwerer Ladung ist, so wird alle Kraft des Pulvers um die Zwischenmaterie bis zum Maximum der Spannung zusammenzudrücken, der Kugel wieder ersetzt, bevor sie das Rohr verläßt. Dieser Zwischenkörper würde nur vortheilhaft sein, wenn er noch anderen Bedingungen genügte, er müßte sehr leicht sein, um nicht merkbar die zu bewegende Masse zu vergrößern, dessen ungeachtet müßte seine Länge ziemlich groß sein, damit seine Zusammendrückung bei dem Maximum der Gasspannung die oben bestimmten Größen überschreite, um genügend ihre Dichtigkeit im ersten Augenblick abzuleiten; man sieht auch, daß ein leichtes elastisches Fluidum wie die Luft sehr gut diesen Bedingungen genügen würde, wenn man es in dem verlangten Grade der Compression anwenden könnte. In der Praxis werden diese Bedingungen specielle Erfahrungen erheischen, um direct die vortheilhafteste Materie zu bestimmen, welche für die Erhaltung der Geschütze anzuwenden ist.

Diese Art zu laden führt auch dazu, selbst bei Benutzung der gemachten Vervollkommnungen in der Fabrikation des Pulvers die Geschütze länger als jetzt widerstandsfähig zu machen, ohne die mit dem alten Pulver erreichten größten Schußweiten zu verringern oder auch wohl, wenn die jetzigen Geschütze hinreichend widerstandsfähig befunden sind, auf eine merkliche Weise die Schußweiten zu vergrößern. In dem gegenwärtigen Zustande der Artillerie würde es vielleicht vortheilhafter sein, von dem ersten Mittel für die Festungsgeschütze Gebrauch zu machen, deren Wirkungen als genügend erkannt sind und denen man nur vorwirft, zu schnell verdorben zu werden; das zweite Mittel würde den zu geringen Schußweiten, welche man oft bei den Feldgeschützen rügt, die übrigens hinreichend dauerhaft befunden sind, abhelfen können. Man kann von der vorerwähnten Art zu laden noch weit größere Vortheile als die bezeichneten erzielen, indem man

die Ladungen vermehrt, ohne sie das Geschütz angreifender zu machen. Dehnt man die Erörterungen über die Versuche von Esquerdes weiter aus, so sieht man, daß mit ½ kugelschwerer Ladung, das Maximum der Spannungen nicht gegen das, was sie bei ⅓ kugelschwerer Ladung sind, in demselben Verhältniß, wie die Spannungen, welche in den übrigen Theilen der Seele stattfinden, vergrößert wird, so daß wenn man merklich die erstere durch die Vermehrung des Raums hinter der Kugel herabsetzt, man nur wenig die Geschwindigkeiten verringert. So hat man, wenn man bei ½ kugelschwerer Ladung mit dem lebhaftesten Pulver die Länge der Ladung um 0,75 Kaliber verlängert, dasselbe Maximum der Kraft als bei ⅓ kugelschwerer Ladung mit durch Stampfen gefertigtem Pulver bei der gewöhnlichen Lage der Kugel, und überdieß 256 Fuß mehr Anfangsgeschwindigkeit. Es ist wahr, dies Mittel vermehrt den Verbrauch von Pulver und würde unter den gewöhnlichen Umständen des Dienstes wegen der größeren Kosten nicht passend erscheinen, aber es würde vortheilhaft sein, in besonderen Fällen dazu seine Zuflucht nehmen zu können, wenn größere Wirkungen verlangt werden, wo es weit öconomischer ist, etwas mehr Pulver zu verbrennen, als die Geschütze zu zerstören.

Schießt man bei der gewöhnlichen Ladungsart mit Ladungen über ⅓ Kugelgewicht, so hat man außerordentliche große Spannungen, welche selbst das Doppelte der größten Spannung übertreffen können, welche man gewöhnlich mit dem durch Stampfen bereiteten Pulver erhält; bei den Versuchen von Esquerdes haben 2 Schuß mit 5 Pfund Ladung von starkem Pulver in ein Geschütz 0,03 Zoll tiefe Eindrücke gemacht, und 0,05 bis 0,06 Zoll tiefe in ein anderes Geschütz. Ein Schuß mit 6 Pfund hat 0,03 — 3,04 und 0,06 — 0,07 Zoll tiefe Eindrücke in ein Kanon gemacht, und 2 Schuß aus einem andern Kanon haben es an der äußeren Fläche aufgerissen, indem sie in der Seele 0,10 — 0,11 Zoll tiefe Eindrücke von 0,11 Zoll Länge gemacht haben. Diese mit der gewöhnlichen Art zu laden erlangten Resultate würden ganz auf die Anwendung des starken Pulvers bei Geschützen verzichten lassen, wenn man nicht irgend ein Mittel besäße, um zu verhindern, daß diese großen Zerstörungen statt haben.

Folgerungen.

Aus dem Vorhergehenden geht hervor:

1) Daß die stärksten Pulverarten so angewendet werden können, daß sie nicht mehr das Geschützmetall angreifen, als die jetzigen langsamsten und schwächsten Pulverarten, und dennoch dem Geschosse bei denselben Ladungen dieselben Anfangsgeschwindigkeiten geben.

2) Daß wenn man die gleichen Ladungen so anbringt, daß sie ein gleiches Maximum der Wirkung auf das Geschütz haben, die lebhaftesten und stärksten Pulversorten größere Anfangsgeschwindigkeiten geben als die langsameren und schwächeren, und daß man diese Wirkung bei dem jetzigen Stande der Dinge nicht ungestraft überschreiten darf.

3) Daß man die vorhergehenden Vortheile erlangen kann und selbst in noch größerem Grade, wenn man mit der Vermehrung der gewöhnlichen Ladungen gleichzeitig die Art zu laden ändert.

4) Daß bei dem gegenwärtigen Standpunkt der Artillerie das erste Mittel das für die Belagerungsgeschütze am vortheilhaftesten anzuwendende ist, welche jetzt nicht eine hinreichende Widerstandsfähigkeit haben; das zweite Mittel eignet sich für das gewöhnliche Schießen mit Feldgeschützen, für welche man allgemein eine größere Intensität des Schusses zu wünschen scheint; die Vermehrung der Ladung, weniger ökonomisch, aber wirksamer als die vorhergehende Verfahrungsweise dürfte vorzüglich gewählt werden in den seltnen Fällen, welche die Anwendung außerordentlicher Mittel erheischen.

5) Daß um die vorgehenden Vortheile zu vergrößern, es nothwendig sein würde, bei den jährlichen Schießübungen Versuche über die zwischen der Ladung und dem Geschoß anzubringenden Materien zu machen, um wenn man gleichzeitig die mehr oder mindere Zusammenpressung der Ladung, die Länge und das Kaliber der Kartusche verändert, zur vortheilhaftesten Art zu laden zu gelangen, die durch Leichtigkeit der Ausführung und durch Erhaltung der Geschütze bedingt wird.

6) Daß die Entfernung der Kugel vom Boden der Seele eben so nothwendig wie das Gewicht der Ladung festzustellen ist, wenn

man Abweichungen beim gewöhnlichen Schießen und besonders bei den Proben zur Abnahme der Geschütze aus den Gießereien, vermeiden will. Es ist unerläßlich, diese Entfernung in der artilleristischen Erfahrung in Rechnung zu ziehen, um die Mittelzahlen zu erlangen oder die Resultate zu vergleichen.

7) Daß die bis jetzt ausgeführten Versuche über die Körnung nicht genügend erscheinen, und daß es nothwendig sein würde, für das auf Mühlen und durch Stampfen gefertigte Pulver die Versuche fortzusetzen, welche in den Jahren 1826, 1827 und 1828 zu Esquerdes mit dem in Tonnen gefertigten Pulver gemacht worden sind.

8) Die Erfahrungen, welche noch zu machen übrig bleiben, um die Productionen verschiedener Pulverfabricationsmethoden zu vergleichen, sind denen analog, welche Rumford 1793 zu München mit einem Jagdpulver angestellt hat, welche aber mit mehr Genauigkeit und vollständiger für jede Pulversorte ausgeführt werden müßten, indem man die Vorrichtungen so umänderte, daß die Vergrößerungen des durch die Gase angefüllten Raums gemessen werden könnten, wenn ihre Spannung dem zusammendrückenden Gewicht das Gleichgewicht hält, um Vortheile aus allen Ergebnissen jedes Versuchs zu ziehen und endlich, indem man den Hitzegrad mißt, auf welchen die inneren Wände bei jedem Schuß gebracht werden.

II.

Veränderungen und Einrichtungen in dem Material und in der Organisation der Preußischen Artillerie.

1. Gestalt der Mundlöcher der 7- und 10pfündigen Granaten.

Einerseits um zu verhüten, daß die Zünder beim Abfeuern durch den Stoß der Pulverladung in die Granate fahren, dadurch aufspalten und letztere zu früh krepiren, andererseits um zu bewirken, daß die Zünder ohne beraspelt oder mit Hanf umwickelt zu werden, sich vollständig und gleichmäßig an die Wände des Mundlochs anschließen, was bei dem Beraspeln und der Hanfumwickelung nie vollständig zu erreichen ist, sollen die Mundlöcher der Granaten beider Kaliber einen oberen Durchmesser von 1,01 Zoll erhalten und nach unten dergestalt kegelförmig abfallen, daß sich der Durchmesser des Mundlochs auf jedem Zehntheil Zoll der Länge um ein Hundertheil Zoll vermindert.

Neu zu gießende Granaten erhalten diese Form der Mundlöcher schon beim Gusse; die Mundlöcher der bereits vorhandenen Granaten dagegen werden durch Ausbohren auf die neuen Abmessungen gebracht. Ist dies Ausbohren wegen zu großer Härte des Eisens nicht zulässig, so bleiben die betreffenden Granaten für den Gebrauch bei Mörsern bestimmt, bei denen wegen der verhältnißmäßig schwächeren Ladung der Stoß beim Abfeuern minder heftig ist.

Das Ausbohren geschicht auf einer einfachen Vertikal-Handbohrmaschine, deren Bohr durch eine Kurbel bewegt und durch ein an einem Hebel wirkendes Gewicht herabgedrückt wird. Der Bohr besteht aus einem prismatischen Stahlstabe, dessen Queerdurchschnitt ein in einem Kreise von ungefähr 1,03″ Durchmesser beschriebenes regelmäßiges Fünfeck bildet; sein unterer Theil ist auf etwa 1,50″ Länge als abgestumpfte Pyramide dergestalt zugeschliffen, daß er ein kegelförmiges Bohrloch bildet, dessen Durchmesser mit jedem Zehntheil Zoll seiner Länge um ein Hunderttheil Zoll abfallen. Der Punkt, in welchem der Durchmesser des umschriebenen Kreises genau 1,01″ beträgt, ist durch eine deutlich erkennbare Marke bezeichnet.

Abweichungen von $\pm$ 0,01″ sind in dem Durchmesser der ausgebohrten Mundlöcher gestattet; die Durchmesser untersucht man vermittelst einer Leere, die aus einem Stücke Eisenblech ausgeschnitten ist und deren scharfe Kanten abgerundet werden. Sie bildet einen Durchschnitt durch die Axe des Mundlochs; durch parallele Queerstriche auf derselben ist der normale Durchmesser des Mundlochs, so wie die zulässigen Abweichungen von demselben bezeichnet.

Wenn bei hartem Eisen die scharfen Kanten des Mundlochs etwas abbröckeln, so ist dies kein Grund zur Verwerfung der Granaten.

Drei Arbeiter können in 10 Arbeitsstunden bei sehr hartem Eisen, welches sich nur noch eben bearbeiten läßt, mindestens 20, bei weichem leicht zu bearbeitendem Eisen bis 80 Mundlöcher ausbohren.

2. Eiserne 25pfündige Mörserröhre.

In der Konstruktion der 25pfündigen eisernen Mörserröhre sind nachstehende wesentliche Aenderungen eingetreten.

1. Die Schildzapfen, welche bisher mit ihrem Mittel um 8,75″ über dem Boden des Rohrs hinaufgerückt waren, sind jetzt, wie bei allen übrigen Mörsern, an dem Boden des Rohres angebracht, indem man dadurch das Abbrechen derselben zu verhindern hofft.

Dies Abbrechen kam früher sowohl bei den Probeschüssen als beim wirklichen Gebrauche sehr häufig vor.

So sprangen im Jahre 1832 bei einer Lieferung von 25 dergleichen Mörsern, welche zu Aker in Schweden gegossen worden, bei 8 derselben, welche mit einer Ladung von 2¼ Pfund und einer Voll-

kugel von 90 Pfund Gewicht zur Probe beschossen wurden, Schildzapfen ab, oder bekamen starke Risse an denselben.

Dieselbe Erscheinung wiederholte sich später bei den Schießübungen einzelner Brigaden bei der Ladung von $1\frac{3}{4}$ Pfund und gewöhnlichen Bomben, so daß die Veranlassung derselben weder in der starken Ladung noch in dem großen Gewichte des Geschosses zu suchen ist.

Auffallend war es dabei, daß mit sehr seltenen Ausnahmen stets die linken Schildzapfen absprangen, ohne daß sich eine genügende Veranlassung für diese Erscheinung, die sich in verschiedenen Orten, zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Laffeten wiederholte, ermitteln ließ. Bemerkt muß dabei jedoch werden, daß die Röhre stets in eisernen Laffeten lagen, deren Material schon an und für sich die Haltbarkeit der Schildzapfen mehr in Anspruch nimmt und die das Abbrechen der letzteren unfehlbar herbeiführen, wenn beide Zapfen nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichmäßige Unterstützung in dem Zapfenlager finden.

2. Der Boden der Kammer ist halbkugelförmig abgerundet, um dadurch der Entstehung von Rissen zu begegnen, wie sich dergleichen bei 10 zu Finspong in Schweden gegossenen Röhren in der Abrundung des Bodens der Kammer zeigten. Die Röhre wurden dabei ebenfalls mit $2\frac{1}{2}$ Pfund Ladung und einer 90 Pfund schweren Vollkugel beschossen, lagen aber in hölzernen Schlitten.

3. Die Zündmuschel ist weggefallen, weil sich dieselbe, wenn das Eisen eine der Haltbarkeit der Röhre entsprechende Härte hat, entweder gar nicht bearbeiten läßt, oder im Gusse so gallig ausfällt, daß das Rohr dieserhalb verworfen werden muß.

4. Die Metallstärke über der Kammer und dadurch das Gewicht der Röhre ist etwas vergrößert.

Bei dieser Gelegenheit ist zugleich in Bezug auf die Probir- und Gebrauchsladungen der 25pfündigen Mörser überhaupt bestimmt worden

a. Für die eisernen Röhre.

Die Probirladung ist $2\frac{1}{2}$ Pfund — die stärkste Gebrauchsladung $1\frac{3}{4}$ Pfund.

Sie werden immer in Schlitten probirt.

b. Für die bronzenen Röhre.

Die Probir- und stärkste Gebrauchsladung ist 2½ Pfund.

Sie werden in eisernen Laffeten oder in Schlitten probirt.

c. Bei hölzernen Laffeten dürfen sowohl beim Probiren, als beim Gebrauche nicht stärkere Ladungen als 1¼ Pfund angewendet werden.

d. Eiserne neue Laffeten werden mit Ladungen von 2½ Pfd. beschossen, jedoch müssen dazu immer bronzene Röhre benutzt werden.

4. Die Ladungen der Feldkanonen sind für den 6Pfünder auf 2 Pfund und für den 12Pfünder auf 3½ Pfund herabgesetzt.

5. Bei den Feldkanonen sind die 2- und 3löthigen Kartätschen abgeschafft.

6. Die Feldhaubitzen werden nicht mehr mit Brand- und Leuchtkugeln ausgerüstet, sondern statt derselben mit Granaten.

III.

Betrachtungen über den Gebrauch der Feld-Haubitzen.

Allgemein nennt man die Haubitzen eine Mittelgattung von Geschützen zwischen den Kanonen und Mörsern; dieselben müssen daher dieser ihrer Bestimmung entsprechende Einrichtungen haben, die sowohl das Schießen von Granaten (volle Feldladung und eine Elevation, bei welcher die Geschosse beim ersten Aufschlagen nicht liegen bleiben), als das Werfen derselben (liegen bleiben beim ersten Aufschlage) gestatten. Da die Einrichtungen der Laffeten es nicht gestatten, den Röhren so viel Elevation zu geben, daß die Granaten mit unveränderter Ladung beim Werfen auf jeder beliebigen Entfernung beim ersten Aufschlage liegen bleiben, so ist die Anwendung verschiedener Ladungen unerläßlich, durch deren Kombination mit entsprechenden Erhöhungsgraden man den in Rede stehenden Zweck zu erreichen vermag, während beim Schießen der Granaten die Ladung ganz so wie beim Schießen aus Kanonen unverändert bleibt.

Es erscheint nun interessant, mit Zuhülfenahme der bisherigen Erfahrungen über die Wirkung des Granatfeuers zunächst zu ermitteln, welche eigenthümlichen Vorzüge diese beiden Gebrauchsweisen der Haubitzen gewähren und danach die wichtigsten Gefechtsverhältnisse zu bezeichnen, in denen die eine oder die andere Schußart eine größere Wirkung verspricht.

Betrachten wir zuerst das Schießen der Granaten aus Haubitzen — gewöhnlich flacher Bogenwurf genannt — so gewährt dasselbe folgende Vortheile:

1. Die Bedienung des Geschützes an und für sich ist einfacher und schneller als beim Werfen. — Man bedarf nicht des Quadranten, sondern reicht mit dem Aufsatze aus — man bedarf nur geringer Elevationen — das Einsetzen der Kartusche erfordert keine besondere Aufmerksamkeit. — Die Korrekturen der Schüsse finden nur vermittelst des Aufsatzes wie bei den Kanonen statt; die Beobachtung der Wirkung ist leichter und zuverlässiger.

Diese Vortheile werden besonders dann hervortreten, wenn die Batterieen aus Kanonen und Haubitzen zusammengesetzt sind, indem alsdann eine größere Uebereinstimmung in der Bedienung aller Geschütze derselben Abtheilung stattfindet, und fast alle die Einwendungen wegfallen, die man gegen eine solche bleibende Vereinigung von Kanonen und Haubitzen in eine Batterie zu erheben gewöhnt ist, als daß die Haubitzen häufig in Anwendung kommen, wo man ihrer nicht bedarf und wo Kanonen mehr nützen würden — daß die Haubitzen nicht immer das entsprechendste Terrain für ihre Aufstellung auswählen können — daß sie beim Manoeuvriren später zum Schusse kommen und wieder aufprotzen müssen, ehe sie etwas gewirkt haben. — Daß die Verschiedenartigkeit des Gebrauches, der Bedienung, der Ladung, Erhöhung, Schußart, in derselben Abtheilung leicht zu Verwirrung und Mißgriffen führt.

2. Die Umstände, von welcher die Wahrscheinlichkeit des Treffens abhängt, gestalten sich beim Schießen in mannigfachen Beziehungen günstiger.

Die Ladung, in einer Kartusche befindlich, wirkt schon an und für sich gleichmäßiger, als wenn sie sich in mehreren Kartuschen befindet, dazu kommt, daß Fehler beim Abmessen des Pulvers, ein Verschütten desselben beim Aufnähen des oberen Bodens, Verschiedenheit in der Festigkeit der fertigen Kartuschen, ein stärkerer und namentlich ein verschiedenartigerer Einfluß der Feuchtigkeit auf die einzelnen Kartuschen, von denen vielleicht die eine aus der Protze, die andere aus dem Granatwagen entnommen ist, nothwendig diese Ungleichmäßigkeit der Wirkung noch mehr steigern müssen.

Es liegt dabei in der Natur der Sache, daß bei dem Einsetzen mehrerer Kartuschen leichter Versehen vorkommen können, während die an sich schwierige Kombination der Ladung und Erhöhung, im

Gefechte nur zu leicht Veranlassung zu Mißgriffen geben kann, und um sich korrigiren zu können, eine so genaue Beobachtung der Würfe erfordert, wie sie wohl nur in besonderen Gefechtsverhältnissen stattfinden kann. Sind dabei die Mittel der Korrektion, hier die kleinen Kartuschen, in ihren Wirkungen nicht gleichmäßig, wie dies aus den oben angeführten Gründen in der Regel zu erwarten ist, so muß die Wahrscheinlichkeit des Treffens um so geringer ausfallen. Schuß- und Wurftabellen würden Belege genug für die geringere Wahrscheinlichkeit des Treffens beim Werfen liefern, jedoch stehn uns dergleichen nicht zu Gebote; wenn aber selbst bei Friedensversuchen die Wahrscheinlichkeit des Treffens beim Werfen der beim Schießen nicht nachstände, so gestalten sich die Verhältnisse beim Werfen im Ernstgebrauche, wie vorstehend erwiesen ist, so ungünstig, daß die Ergebnisse dieser Friedensversuche durchaus nicht als Maßstab zur Beurtheilung der Leistungen im Kriege dienen können.

Da es sich beim Gebrauche von Hohlgeschossen aber nicht allein um die Wahrscheinlichkeit des Treffens handelt, sondern die Wirkung derselben auf das Ziel noch besonders in Anschlag kommt, so haben wir letztere in den beiden uns vorliegenden Fällen des Gebrauchs der Haubitzen, beim Schießen und beim Werfen zu betrachten.

Die Wirkung abgeschossener oder geworfener Hohlgeschosse ist abhängig:

a) davon, daß der Zünder nicht blind geht.

Der Zünder fängt bei stärkeren Ladungen sicherer Feuer, als bei schwachen.

Ist derselbe sonst zweckmäßig eingerichtet, so wird bei Anwendung starker Ladungen weder der heftige Stoß beim Abfeuern, noch die heftigere Rotation des Geschosses seiner Wirkung Abbruch thun und ein Blindgehn des Zünders wird nur dann häufiger vorkommen, wenn das Geschoß bei starker Ladung in geringerer Entfernung vom Geschütze aufschlägt. Es ist daher nicht zu erwarten, daß gute Zünder beim Schießen häufiger blind gehen sollten, als beim Werfen, und jedenfalls nicht in dem Maße, daß dadurch die übrigen Vorzüge des Schießens der Granaten aufgewogen würden.

b) Bei einerlei Ziel, kurz unter sonst gleichen Umständen, von der Tiefe, bis zu welcher dieselben in das Ziel eindringen, welches

sie durch ihr Krepiren zerstören sollen oder bis zu welcher sie in die Erde dringen, wenn sie gegen Truppen rc. wirken sollen.

Ueber die Wirkung der Granaten in der erst gedachten Beziehung werden wir später zu sprechen Gelegenheit finden, hier mag nur angeführt werden, wie die beim Gebrauche des kurzen 24 Pfünders gesammelten Erfahrungen hinlänglich darthun, daß die Granaten aus Haubitzen abgeschossen nie so tief in das Ziel eindringen können, daß dadurch ihre Sprengwirkung auf dasselbe vermindert werden möchte.

Was die Sprengwirkung gegen Truppen betrifft, so liefert der Aufsatz Nr. **XIV.** im 3ten Hefte des 11ten Bandes dieser Zeitschrift das Material zur Beurtheilung derselben unter den beim Schießen und Werfen der Granaten obwaltenden Umständen.

Beim Granatschießen krepirt das Geschoß entweder im Fluge oder frei auf der Erdoberfläche liegend, während dasselbe beim Werfen, nach Maßgabe der Elevation, Ladung und Beschaffenheit des Bodens mehr oder weniger tief in denselben eindringt, bevor es krepirt. Dringen aber 7- und 10pfündige Granaten nur 9 — 10″ tief in die Erde (pag. 216.) so war die Wirkung derselben höchst unbedeutend, indem von den 7pfündigen Granaten gar keine Stücke durch die 1″ starken Brettwände des 12′ im Quadrate haltenden und 9′ hohen Sprengkastens durchgedrungen oder auch nur in derselben stecken geblieben waren, während von den 10pfündigen Granaten per Granate nur 1 Stück durchschlug und keins stecken blieb, wobei noch besonders zu berücksichtigen ist, daß bis zur Höhe von 6′ bei beiden Kalibern auch nicht ein einziges Stück der Granaten die Wände getroffen hatte.

Auf der Erdoberfläche krepirend (pag. 214) ergab das Springen der Granaten dagegen durchschnittlich 8 durchgeschlagene Stücke, wobei die überwiegende Mehrzahl derselben in einem flachen, rasirenden Bogen fortgeschleudert wurde; die Sprengwirkung der geschossenen Granaten ist daher der der geworfenen sehr beträchtlich überlegen.

Wenn die Wirkung der ruhig auf der Erdoberfläche liegenden Granaten gegen Truppen, die nur auf einer Seite derselben aufgestellt sind, dadurch vermindert wird, daß diese Truppen nur von dem nach der Richtung derselben fliegenden Granatstücken, also nur von einer nach Maßgabe der Ausdehnung der Front geringen Zahl der-

selben getroffen werden können, wenn dagegen nahe vor der feindlichen Front im Fluge krepirende Granaten den Feind entweder mit allen, oder doch wahrscheinlich mit dem größten Theile der Stücke, in welche sie zerspringen, treffen, so würde es allerdings am vortheilhaftesten erscheinen, wenn man ein Granatfeuersystem einrichtete, welches wie das Schießen mit Shrapnels auf diese Wirkung basirt wäre; ohne jedoch in eine nähere Erörterung der Schwierigkeiten eingehen zu wollen, welche mit der Ausführung eines solchen Systems verknüpft sind, müssen wir davon abstrahiren, weil wir uns nur die Aufgabe gestellt haben, die Benutzung der vorhandenen Mittel zum Gegenstande unserer Betrachtungen zu machen.

Bringt man nun noch in Anschlag, daß wenn die Granaten selbst unter den günstigsten Umständen, d. h. frei auf der Erde liegend, krepiren und ihre Sprengstücke in rasirenden Bahnen radienförmig fortschleudern, ihre Wirkung sehr stark abnimmt, mit der Entfernung des Standpunktes der feindlichen Truppen von der krepirenden Granate (nach Scharnhorst wie die Quadrate dieser Entfernungen), so wie mit der Ausdehnung der Front derselben, so ist selbst unter den günstigsten Voraussetzungen keine besondere Wirkung gegen Truppen von den krepirenden Granaten zu erwarten und es erscheint nicht vortheilhaft, das Haubitzfeuersystem ausschließlich oder auch nur vorzugsweise auf die Sprengwirkung der Granaten zu basiren und ohne Noth auf die Wirkung der Granaten, bevor sie krepirt sind, zu verzichten.

Faßt man das bisher Gesagte zusammen, so stellt sich die Wirkung der Haubitzen beim Schießen gegen die beim Werfen etwa folgendermaßen heraus:

Beim Schießen thut man in gleicher Zeit mehr Schüsse.

Man trifft das Ziel häufiger.

Granaten, die nicht in zu beträchtlicher Entfernung vor dem Ziele in der Luft krepirten, wirken wahrscheinlich noch etwas durch die fortfliegenden Stücke.

Jede Granate, die das Ziel trifft, wirkt unfehlbar durch ihre Perkussionskraft, vielleicht selbst durch ihr Krepiren auf dasselbe; setzt sie ihre Bahn weiter fort, so kann sie noch hinter dem Ziele sowohl durch ihre Perkussionskraft als durch ihr Krepiren etwas leisten und

ihre Sprengwirkung ist unter allen Umständen größer als wenn sie geworfen wird.

Man ist ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Bodens; auf die Wirkung durch Perkussionskraft hat derselbe gar keinen Einfluß und auf die Sprengwirkung jedenfalls einen geringeren als beim Werfen.

Beim Werfen dagegen thut man in gleicher Zeit viel weniger Würfe. Man trifft das Ziel seltener.

Trifft man aber auch das Ziel, so ist dadurch die Wirkung noch keinesweges gesichert; ging der Zünder blind, drang die Granate tief in den Boden ein, so leistet dieselbe nichts, wenn sie nicht etwa mitten in eine Kolonne gefallen ist.

Krepirt die Granate in der Luft, so wird sie wegen des höheren Bogens, mit welchem sie geworfen worden, und wegen ihrer geringen Geschwindigkeit entweder gar nichts oder doch immer weniger wirken, als wenn sie abgeschossen unter denselben Umständen krepirte.

Die Beschaffenheit des Bodens hat einen so wesentlichen Einfluß auf die Wirkung, daß sie dieselbe auf Null bringen kann.

Bevor wir in Folge dieser Betrachtungen zu dem Verhalten der Haubitzen in einzelnen Gefechtsverhältnissen übergehen, mögen hier noch einige Bemerkungen über das Rollen mit Granaten ihren Platz finden.

Betrachtet man, wie es bisher im Allgemeinen der Fall war, die Wirksamkeit des Granatfeuers der Haubitzen nur als von der Sprengwirkung ihrer Granaten abhängig, so ist es ganz konsequent, beim Rollen zu verlangen, daß die Granaten bis an den Feind heranrollen und in möglichst geringer Entfernung von demselben krepiren. Um dies zu bewerkstelligen, muß man nach Maßgabe der Entfernung des Zieles dieser angemessene, also schwache, Ladungen anwenden, und diese wie beim Werfen wieder aus mehreren Kartuschen zusammensetzen. Hierin liegt aber, wie bereits erwähnt, eine wesentliche Veranlassung zur Ungleichförmigkeit der Rollweiten, bringt man nun noch in Anschlag.

Daß die Beschaffenheit des Terrains einen so großen Einfluß auf die Rollweiten hat.

. . . .

Daß

Da dieser Einfluß sich um so mehr ausspricht, je schwächer die Ladungen sind, so leuchtet ein, daß wenn man auch die damit nothwendig verknüpften großen Seitenabweichungen gar nicht in Anschlag bringt, die Differenz der Rollweiten doch schon so groß ausfallen muß, daß von der Sprengwirkung der auch nur 50 — 100 Schritt vor dem Feinde liegen bleibenden Granaten entweder gar nichts oder jedenfalls sehr wenig zu erwarten ist — und wieviel Granaten werden in dieser Entfernung vor der Front des Feindes liegen bleiben?

Wäre man aber auch wirklich im Stande, so zu rollen, daß alle Granaten nahe genug vor der Front des Feindes liegen blieben, so ist es eine bekannte Thatsache, daß das Blindgehen oder zu frühzeitige Krepiren der Granaten gerade beim Rollen am häufigsten vorkommen, in beiden Fällen wirken dieselben aber natürlich gar nichts und erreicht eine blindgegangene Granate auch wirklich den Feind, so hat sie am Ende ihrer Flugbahn zu geringe Geschwindigkeit, um durch ihre Perkussionskraft viel wirken zu können, während diese Art der Wirkung jedenfalls nicht beabsichtigt wurde.

Es erscheint daher auch für das Rollen mit Granaten vortheilhafter, sich der vollen Feldladung zu bedienen, dabei vorzugsweise auf die Perkussionskraft und größere Treffähigkeit der Granaten zu rechnen und ihre Sprengwirkung nur als eine gelegentliche günstige Steigerung der Wirkung zu veranschlagen.

Nach diesen Betrachtungen wird man die Frage, ob die Haubitzen, welche ihrer Bestimmung gemäß sowohl zum Schießen als zum Werfen von Granaten eingerichtet sind, vorzugsweise zum Schießen oder zum Werfen benutzt werden sollen, wohl dahin beantworten können, daß dieselben überhaupt und namentlich in der Zusammenstellung mit Kanonen nur dann zum Werfen von Granaten zu benutzen sind, wenn die obwaltenden Umstände die Anwendung des Wurffeuers unumgänglich erfordern, also nur ausnahmsweise, während man in der Regel mit den Haubitzen schießen wird.

Etwa $\frac{1}{3}$ unserer sämmtlichen Feldgeschütze sind Haubitzen, mehr als die Hälfte aller Haubitzen sind den Kanonenbatterien bleibend zugetheilt und kommen unter denselben Umständen wie diese ins Gefecht, sollen mit ihnen vereint wirken; wollte man nun in allen Fällen, in welchen das Wurffeuer der Haubitzen wegen der Beschaffenheit des

Bodens unanwendbar oder wegen der Stellungsart des Feindes sehr unwirksam ist, auf die Verwendung dieser Geschütze verzichten, so würden wir dadurch selbst unsere Streitmittel um $\frac{1}{4}$ vermindern, während diese Haubitzen, wie Kanonen gebraucht, durchschnittlich eben so viel, häufig aber bedeutend mehr als diese leisten und die Führung der Batterien sehr wesentlich vereinfachen und erleichtern würden. Dieser letztgenannte Umstand erscheint von besonderer Erheblichkeit. Sollen die Haubitzen nur zum Werfen benutzt werden, so werden sie um so besser gebraucht, je häufiger man sie von den Kanonen derselben Batterie absondert, theils um entsprechende Plazirungspunkte für ihre Wirkung zu benutzen, theils um sie gedeckt aufstellen zu können. Abgesehen davon, daß der Gang des Gefechtes, die Stellung der eigenen so wie der feindlichen Truppen sehr häufig eine solche Verwendung der Haubitzen gar nicht gestatten werden und daß man alsdann dieselben nicht so benutzen kann, wie es ihre Eigenthümlichkeit erfordert, wird selbst unter den günstigsten Umständen dadurch alle Einheit in der Führung der Batterie verloren gehen; der Haubitzzug wird als eine selbstständige Geschützabtheilang auf dem Schlachtfelde für sich fechten; also entweder der Zweck der Zusammenstellung von Kanonen und Haubitzen in einer Batterie verloren gehn oder die letzteren unter Umständen gebraucht, die ihrer Wirksamkeit als Wurfgeschütz wenig entsprechen.

Wenden wir uns nun zu einzelnen Gefechtsverhältnissen, so wird im Allgemeinen auf einem Terrain, welches ein tiefes Eindringen der geworfenen Granaten in den Boden erwarten läßt, das Werfen gar nicht stattfinden dürfen; eben so wird bei der Aufstellung des Feindes in Linien das Bewerfen desselben in der Regel wenig Erfolg versprechen. Dagegen wird das Schießen von Granaten schon wegen der abnehmenden Perkussionskraft derselben nicht auf Entfernungen über 1500 Schritt stattfinden dürfen; während man daher bei der gedachten Beschaffenheit des Terrains und Stellungsart des Feindes stets Granaten schießt, wird man über die erwähnte Entfernung hinaus die Granaten werfen müssen.

Der Granatwurf kommt ferner überall ausschließlich zur Anwendung, wo der Granatschuß nichts leisten würde, wie bei der Aufstellung des Feindes im durchschnittenen Terrain, in Wäldern, im Innern

von Städten und Dörfern, auf hochgelegenen Plateaus, in Vertiefungen, die man durch ein rasirendes Feuer nicht bestreichen kann u. dgl. m. Es liegt nicht in unserer Absicht, specielle Vorschriften für die Placirung der Haubitzen, so wie für das Verhalten derselben im Gefecht zu entwickeln, wir wollen vielmehr nur an einzelnen Gefechtsverhältnissen zeigen, daß man aus den Haubitzen nicht allen Nutzen zieht, den dieselben zu gewähren im Stande sind, wenn man sie vorzugsweise oder gar ausschließlich als Wurfgeschütz benutzt. Im Allgemeinen liegt es jedoch in der Natur der Sache, daß man die Haubitzen, wenn man sie zum Granatschießen benutzt, nach denselben Regeln wie die Kanonen placiren wird und in dieser Beziehung möchte der Vorschrift, daß man die vorhandenen Deckungen des Terrains möglichst zur Aufstellung von Haubitzen hinter denselben benutzen solle, die alsdann natürlich nur werfen können, keine zu große Geltung zu geben sein, da nur zu häufig diese größere Deckung allein durch Aufopferung der Wirkung wird erkauft werden können, der sie doch jedenfalls gänzlich unterzuordnen ist.

Indem wir nun immer von der Voraussetzung ausgehen, daß die Beschaffenheit des Bodens nicht das Werfen, und die Entfernung des Ziels nicht das Schießen ganz unzulässig mache, wird man gegen Kolonnen sowohl schießen, als werfen können. Das Bewerfen derselben wird aber nur gegen Kolonnen von großer Flächenausdehnung, wie sie selten auf den Schlachtfeldern auftreten, Nutzen versprechen und vorzugsweise nur, wenn die Kolonne steht, indem man dann seine Würfe besser beobachten und danach Ladung und Elevation reguliren kann. Gegen Kolonnen in schmalerer Front und in der Bewegung begriffen, wird man mehr durch den Granatschuß wirken, und zwar um so mehr, je näher dieselben heranrücken und je mehr daher die zum Beobachten der Würfe und zum Kombiniren der Ladung und Elevation erforderliche Ruhe und Besonnenheit der Bedienungsmannschaft und Führer verschwindet. Selbst gegen eine anrückende Kavalleriemasse, wenn man dieselbe nicht ungestört bis auf Kartätschschußweite heranrücken lassen will, wird der Granatschuß nicht ohne Wirkung bleiben, der Wurf bei der Schnelligkeit der Bewegung der Kavallerie aber ganz unanwendbar sein.

Hat die Artillerie die Aufgabe, den Angriff auf eine feindliche Kolonne durch ihr Feuer vorzubereiten und begünstigt die Beschaffenheit des Bodens und Ausdehnung des Zieles, auch die Wirkung des Granatwurfs, so wird die Entfernung der ersten Geschützaufstellung wohl nicht so groß sein, daß unter diesen Umständen der direkte oder der Rollschuß mit Granaten nicht sicherer wirken sollte. Jedenfalls wird aber die Artillerie nicht lange in einer so entfernten Position verharren, sie wird näher an den Feind heranrücken müssen und dann eben dadurch auf den Granatschuß gewiesen sein. Rückt die Batterie zuletzt bis auf Kartätschschußweite auf 5 — 600 Schritt vor, wo die Kartätschwirkung der Haubitzen so sehr unbedeutend ist, was können dieselben besseres thun, als ihre Granaten auf den Feind schießen, den so leicht kein Schuß verfehlen wird. Ueber die Wirkung gegen Linien ist bereits gesprochen.

Zum Verfolgen eignen sich zwar allerdings die Haubitzen ganz vorzüglich, theils wegen des Effektes ihrer krepirenden Geschosse überhaupt, theils weil sie in jedem Terrain mit Erfolg auftreten können; hieraus darf man aber keinesweges folgern, daß sie immer nur werfen sollen. Auf günstigem Terrain und bei nicht zu beträchtlicher Entfernung werden die abgeschossenen Granaten, namentlich beim Rollen, durch das Rasirende ihrer Bahn, so wie durch ihre Perkussionskraft und durch das Krepiren am Ende ihrer Bahn wirken, und um so mehr, je tiefer die feindlichen Kolonnen sind, während beim Werfen nur auf die Sprengwirkung ausschließlich zu rechnen ist.

Bei einem Kampfe mit feindlicher Artillerie wird in der Regel die große Ausdehnung des Ziels dem Granatwurfe eine hinreichende Wahrscheinlichkeit des Treffens sichern, begünstigt dabei die Beschaffenheit des Bodens die Sprengwirkung der Granaten, so wird man diese Schußart um so lieber wählen, als dieselbe es gestattet, etwa vorhandene Deckungen des Terrains zur Aufstellung der Haubitzen zu benutzen, was auf den Ausgang eines solchen Geschützkampfes nicht ohne großen Einfluß bleiben wird.

Ist der Boden ungünstig, ist die Zahl der feindlichen Geschütze, also das Ziel, nur klein, findet sich keine Gelegenheit zu einer gedeckten Aufstellung, kann man die feindlichen Geschütze schräg fassen, so leistet man gewiß durch den Granatschuß mehr als durch das Werfen.

Beim **Angriffe einzelner Gebäude**, die nur einigermaßen zur Vertheidigung eingerichtet sind, leistet der Granatwurf fast gar nichts. Bei der geringen Ausdehnung des Ziels hält es sehr schwer, die Decke zu treffen, und trifft man dieselbe auch glücklich, so dringen die Granaten wegen ihres geringen Gewichts nicht durch die Decke, erschüttern das Gebäude nur höchst unbedeutend und können in beiden Beziehungen noch weniger durch ihr Krepiren wirken; an das Anzünden des Gebäudes durch Granatwürfe ist, wenn man einige Vorbereitungen des Gegners voraussetzen darf, natürlich gar nicht zu denken. Dagegen werden Granaten, unter Umständen noch besser Brandgranaten, gegen die Blendungen und Barrikadirungen der Thüren und Fenstern des Gebäudes geschossen, selbst mehr als Kugelschüsse aus Kanonen wirken, und man wird zugleich mehr treffen, als beim Werfen. Lehm- oder Blockwände können einem solchen Granatfeuer nicht widerstehen, und dasselbe wird der Besatzung des Gebäudes viel gefährlicher sein, als Kugelfeuer. Bei einem Versuche gingen auf 200 Schritt die 7pfündigen Granaten mit nur ½ Pfund Ladung durch die 1′ starken Wände eines Blockhauses. Bei einem anderen Versuche trafen auf 400 Schritt von 20 mit 1½ Pfund aus der 7pfündigen Haubitze abgeschossenen Granaten 9 eine Scharte von 9′ äußeren Oeffnung, so daß also auch auf größeren Entfernungen die Wahrscheinlichkeit des Treffens selbst gegen Ziele von geringer Flächenausdehnung bei dem in Rede stehenden Gebrauche der Haubitzen groß genug ist, um sich davon einen günstigen Erfolg versprechen zu dürfen *).

Beim **Angriffe auf Dörfer, kleine Landstädte** wird es sich einerseits darum handeln, gegen das Innere derselben zu wirken; es treten hier dieselben Verhältnisse wie beim Bombardement einer

*) Es mag bei dieser Gelegenheit vergönnt sein anzuführen, daß man im Festungskriege häufig Gelegenheit finden wird, sich der leichten Haubitzen statt des kurzen 24 Pfünders zum Schießen von Granaten zu bedienen, dem sie in der Wirkung, wenn die Entfernungen nicht groß sind, nicht erheblich nachstehn und vor dem sie den sehr großen Vortheil der größeren Leichtigkeit voraus haben, ein Vorzug, der sich besonders beim Armiren der im Kouronnement oder im Logement der Bresche zu erbauenden Batterien geltend machen wird.

Festung ein, nur freilich mit weniger wirksamen Mitteln, die Haubitzen sind das einzige für diesen Zweck verwendbare Wurfgeschütz, und werden als solches gebraucht werden, d. h. werfen; andererseits soll die Artillerie aber auch die zur Vertheidigung unmittelbar hinter den Umwallungen aufgestellten feindlichen Geschütze und Truppen vertreiben, die Barrikadirungen ꝛc. aufräumen und der stürmenden Infanterie dadurch den Weg zum Siege bahnen. Für diese Aufgaben eignet sich nun wieder ganz besonders der Granatschuß; Barrikadirungen werden durch ihn am schnellsten und sichersten aufgeräumt, die Deckungen, hinter denen die feindlichen Geschütze aufgestellt sind, am wirksamsten zerstört. Benutzt die Besatzung endlich ein zur Vertheidigung eingerichtetes Gebäude als Reduit, so wird schon die Lokalität selten ein Bewerfen desselben gestatten, ein solches Wurffeuer aber jedenfalls, wie oben gezeigt, sehr wenig wirken, während Granatschüsse in der Regel mehr, selten weniger, als Kugelschüsse wirken werden.

Bei der Vertheidigung von Dörfern, kleinen Landstädten, selbst von Schanzen würde man in der Verwendung der vorhandenen Haubitzen oft sehr genirt sein, wenn man dieselben nur zum Werfen benutzen wollte, da sich dazu um so seltener eine günstige Gelegenheit darbieten wird, je besser die Schanze angelegt ist, d. h. je vollständiger das umliegende Terrain nach allen Richtungen von ihr bestrichen werden kann und dem Angreifer keine Gelegenheit zu einer gedeckten Aufstellung oder Annäherung bietet. Bei Anwendung des Granatschusses kann man nie über die Benutzung und Placirung der in Schanzen oder zur Vertheidigung eines Dorfes, einer Landstadt ꝛc. aufzustellenden Haubitzen in Verlegenheit gerathen.

Beim Angriffe von Schanzen verspricht das Wurffeuer sehr günstige Resultate, vorausgesetzt, daß man das Innere derselben häufig genug trifft und daß die Granaten günstig wirken, namentlich also, daß dieselbe keine zu geringe Ausdehnung hat *). Wenn die angrei-

*) Es mag hier die Bemerkung gestattet sein, daß, je größer die Wahrscheinlichkeit des Treffens beim Werfen ist, d. h. je kleiner der Raum ist, in den sämmtliche geworfene Granaten fallen, desto mehr hängt die Wir-

fenden Batterieen ihre erste Aufstellung aber in der Regel nur auf Entfernungen von pptr. 900 Schritt wählen, so bietet sich schon dadurch, namentlich für die Haubitzen der Kanonen-Batterieen eine günstige Gelegenheit zur Anwendung des Granatschusses dar, noch mehr aber, wenn die Batterieen später bis zur wirksamen Kartätschschußweite vorrücken. Die Entfernung ist natürlich für die Kanonen gewählt und daher für die Kartätschwirkung der Haubitzen in den meisten Fällen zu groß, Granatwürfe sind bei der geringen Entfernung entweder gar nicht anwendbar oder doch von geringer Wirkung, da das in Rede stehende Gefechtsverhältniß der Natur der Sache nach keine lange Dauer haben kann, und daher keine Zeit vorhanden ist, die zweckmäßigste Ladung und Elevation durch Probewürfe zu ermitteln.

Ist man durch diese Umstände schon fast ausschließlich auf den Granatschuß gewiesen, so ist andererseits nicht zu übersehen, daß derselbe die Ersteigung der Schanze sehr vortheilhaft vorzubereiten vermag, indem die direkt gegen die Brustwehr abgeschossenen Granaten, wenn sie durch dieselbe durch- oder dicht über ihr weggehen sollten als Vollkugel oder durch ihr Krepiren den Vertheidigern Abbruch thun, und wenn sie in der Brustwehr stecken bleiben und krepiren, dieselbe ersteiglicher machen, vielleicht auch einige aufgestellte Vertheidiger außer Gefecht setzen.

Ohne in eine weitere Erörterung anderer Gefechtsverhältnisse eingehn zu wollen, werden die vorstehenden Betrachtungen hinreichen, um den oben ausgesprochenen Satz zu rechtfertigen, daß man die Haubitzen nur dann zum Werfen benutzen müsse, wenn die obwaltenden Umstände nur von dieser Schußart überhaupt einen Erfolg oder einen günstigeren Erfolg als vom Schießen erwarten lassen, daß man aber in allen anderen Fällen und namentlich beim Rollen die Haubitzen wie die Kanonen gebrauche.

---

kung unseres Feuers von der Zuverlässigkeit unserer Beobachtungen ab. Sind wir daher wegen Deckungen, hinter denen der Feind aufgestellt ist, nicht im Stande, unsere Würfe gehörig zu beobachten, so kann das dichte Zusammenfallen der Granaten Veranlassung werden, daß unser Feuer gar nichts wirkt.

Fände diese Ansicht Billigung, so muß es um die möglichsten Vortheile aus einem derartigen Gebrauche der Haubitzen zu ziehn, noch wünschenswerth erscheinen.

1) Daß bei der Ausrüstung mit Munition die Zahl der großen Kartuschen verstärkt werde, da gegenwärtig nur auf 2 Granaten 1 große Kartusche gerechnet ist.

2) Daß die Granaten ganz mit Pulver gefüllt werden, da die geringe Quantität des darin befindlichen geschmolzenen Zeuges, namentlich bei der geringen Größe der einzelnen Stücke desselben, es mehr als problematisch erscheinen läßt, ob die Zündfähigkeit der Granaten dadurch etwas gewinnen werde, während man die Sprengwirkung, wie es die früh citirten Versuche ergeben, namentlich bei den 7pfündigen Granaten sehr erheblich vermindert. Jedenfalls erscheint es nicht gerechtfertigt, die Sprengwirkung aller Granaten zu vermindern, weil man in einzelnen seltenen Fällen der Haubitzen zum Inbrandsetzen leicht entzündlicher Gegenstände bedarf, wozu häufig schon die in den Granaten befindliche Sprengladung ausreicht*) und für welchen Zweck man lieber ein Paar Brandgranaten mehr mitführen mag.

3) Da es gleichgültig ist, ob die der Eintheilung der Aufsatzstangen zum Grunde liegende Einheit genau einen Zoll oder mehr oder weniger beträgt, so würde es die Einheit des Kommandos sehr befördern und manchen Mißgriffen begegnen, wenn die Aufsatzstangen der Haubitzen so eingetheilt würden, daß sie beim Schießen mit Granaten für einerlei Entfernung des Ziels um eben so viel Theilstriche herausgezogen würden, wie bei den Kanonen, mit denen die Haubitzen in einer Batterie zusammengestellt werden. Ob man diese Theile: Zolle nennen wolle oder nicht, ist, wie gesagt, ganz gleich-

---

*) Paixhans erwähnt, daß eine aus 1füßigen eichenen Balken bestehende Holzmasse durch dagegen abgeschossene Granaten, die kein geschmolzen Zeug enthielten, in Brand gesetzt sei.

Bei der Belagerung von Philippeville 1815 wurde eine Kaserne nur durch 50pfündige Bomben in Brand gesetzt, obgleich dieselben kein geschmolzen Zeug enthielten.

gültig, es kommt nur darauf an, daß der Batterie-Kommandeur nicht für jede Geschützart einen besonderen Aufsatz zu kommandiren, oder die Wahl desselben dem Führer der Haubitze zu überlassen hat. Werden die Feldkanonen, wie zu erwarten steht, ebenfalls verglichen, so wird sich diese Uebereinstimmung um so leichter herbeiführen lassen.

IV.

Versuche mit einer 24pfündigen Belagerungs-Block-Laffete und einer dergleichen Wand-Laffete.

Während in der Preußischen Artillerie verschiedene Versuche über die beste Konstruktion schwerer Belagerungs-Laffeten seit lange in Ausführung begriffen waren, und manche schwer zu beseitigende Hindernisse den Schluß derselben immer weiter hinausschoben, hatte man in der französischen Artillerie ein durchaus neues System des Materiellen dieser Waffe durch Versuche begründet und eingeführt, welches alle Zweige des Dienstes gleichmäßig umfaßte.

Aus den Versuchen, auf welchen dieses System basirte, hatte sich unter anderem ergeben, daß die Konstruktion der Block-Laffete allen Anforderungen vollständig genügte, die der Dienst der Feld- und Belagerungs-Artillerie erheischt, und daß z. B. 24pfündige Kanonenröhre im Gewicht von 50 uud einigen Centnern in ihren erleichterten Laffeten etwa 30 deutsche Meilen, auf fast durchgängig schwierigen Wegen, transportirt, so wenig zerstörend auf die Laffeten eingewirkt hatten, daß bei den später mit denselben unternommenen Schießversuchen kein nachtheiliger Einfluß auf die Haltbarkeit und Festigkeit des Zusammenhangs der Theile und ihrer Stärke bemerkt werden konnte.

Die hieraus hervorgehenden Vortheile waren besonders in ökonomischer Hinsicht wichtig; denn nicht allein, daß eine solche Laffete an und für sich weniger kostete, als die bis dahin gebräuchliche Wand-Laffete, wie schriftliche Mittheilungen aus Frankreich dies angaben,

sondern es machte auch die Einführung derselben den Sattelwagen nebst Bespannung entbehrlich, weil Rohr und Laffete zusammen dem erwähnten Transportversuch zufolge, durch 8 Pferde bequem fortgeschafft werden konnten, wodurch der Belagerungstroß nicht unbedeutend vermindert wurde. Ueberdies sollte nach jenen Mittheilungen auch die Handhabung der Laffete viel Bequemlichkeit darbieten, und mit dem Rohr vereint mit Leichtigkeit durch die Tranchee-Kommunikationen geschafft werden können; auch konnte das Umlegen des Rohrs aus dem Schieß- in das Transportlager und umgekehrt angeblich mit geringer Mühe ausgeführt, und das Hebezeug dabei ganz entbehrt werden.

Wenn nun gleich mit diesen gerühmten Vorzügen der neuen Laffete auch einige Nachtheile in Verbindung standen, so hielt man doch erstere für so wichtig, um sie durch Versuche prüfen, und wenn sie für diesseitige Verhältnisse sich gleichfalls als solche bewährten, bei den neuen Einrichtungen, welche bevorstanden, anwenden zu lassen.

Man war mit diesen Versuchen noch nicht weit vorgeschritten, als die Nothwendigkeit dringender wurde, Grundsätze zu entwerfen, nach welchen künftighin eine Belagerungs-Artillerie zu bilden und zusammenzusetzen sei. Der Mangel einer zweckmäßig konstruirten 24pfündigen Laffete machte sich bei diesen Entwürfen besonders fühlbar, und forderte zur möglichsten Beschleunigung der unternommenen Versuche auf.

So sehr es wünschenswerth war, die in Frankreich erprobten Vorzüge der Block-Laffete für die neuen Konstruktionen zu gewinnen, so mußte doch jeder Versuch dieser Art an der Größe des bei uns üblichen Gewichts des 24pfündigen Kanonenrohrs von 60 und einigen Centnern scheitern. Eine Erleichterung des Rohrs wurde daher für jeden Fortschritt in dieser Angelegenheit ein wesentliches Erforderniß, welche wiewohl nicht allgemein als zulässig angesehen, endlich doch eintrat, und das Gewicht des 24pfündigen bronzenen Rohrs bei 20 Kaliber Länge für die Folge auf etwa 52 Centner feststellte.

Zu dem auf diese Weise erleichterten Rohr wurde nun eine nach französischem Muster konstruirte Block-Laffete erbaut. Da aber die in Frankreich über den vorliegenden Gegenstand gemachten Erfahrun-

gen sich den Einrichtungen der englischen Artillerie gegenüberstellten, nach welchen die Belagerungsgeschütze mit Wand-Laffeten, die Geschütze der Feld-Artillerie aber mit Block-Laffeten versehen werden, da ferner vieljährige eigene Erfahrungen über die Haltbarkeit der Wand-Laffeten ein vortheilhaftes Zeugniß für dieselben ablegten, so wurde als zweckmäßig erachtet, neben der Block-Laffete für ein durchaus gleichartig konstruirtes Rohr auch eine Wand-Laffete zu erbauen und zu versuchen, welche gegen frühere, versuchsweise ausgeführte Konstruktionen, bedeutend erleichtert, mit einem Transportlager versehen und im Ganzen fahrbarer eingerichtet wurde.

Die mit beiden Laffeten anzustellenden Vergleichsversuche sollten wesentlich folgende Punkte umfassen:

1) Haltbarkeit der Laffeten beim Transport mit eingelegten Röhren.

2) Leichtigkeit der Handhabung beim Umlegen der Röhre aus dem Transport- in das Schießlager und umgekehrt, so wie beim Aus- und Einlegen der Röhre ohne Hebezeug.

3) Transportfähigkeit der Laffeten mit eingelegten Röhren auf kurze Strecken, z. B. durch die Tranchee-Kommunikationen nach einer Bresch-Batterie.

4) Haltbarkeit der Laffeten beim Schießen nach ausgeführtem Transport, und endlich

5) Leichtigkeit der Geschützbedienung bei diesen Laffeten.

Die Ausführung der Versuche wird nachstehend näher auseinandergesetzt.

Einrichtung der Laffeten und Protzen.

Die Block-Laffete besteht aus einem Block, welcher 10′ 10″ lang, vorn 13″ breit und 11⅓″ hoch, hinten 9″ breit und 10½″ hoch, und unten schlittenförmig abgerundet ist.

Das vordere Drittel des Blocks ist zwischen zwei Wänden (Bakken) durch drei liegende Bolzen so befestigt, daß die Wände mittelst der, auf beiden Seiten jedes Bolzens aufgesteckten eisernen Scheiben 1¼″ vom Block entfernt gehalten werden. Ungefähr in der Mitte

der Länge des Blocks geht noch ein liegender Bolzen durch denselben, und nahe am Schwanzende ein fünfter, dessen Enden als Armbolzen auf beiden Seiten vorragen.

Vier stehende Bolzen in jeder Wand dienen zur Befestigung der Achspfannen, der Schildzapfenpfannen, und zur Herstellung der Festigkeit der Wände im Allgemeinen. Ein fünfter stehender Bolzen am hintern Ende jeder Wand bildet durch seinen 4½″ hohen Kopf eine Stütze für die im Marschlager ruhenden Schildzapfen des Rohrs.

Zur Aufnahme und Unterstützung des Bodenstücks, wenn das Rohr im Transportlager sich befindet, ist eine Unterlage von Holz auf dem Block, 7′ vom Schießlager entfernt, befestigt. 6 Zoll hinter dieser Unterlage und 2′ 10″ von dem hintern Ende des Blocks entfernt, befindet sich das Protzloch, welches konisch gestaltet, und unten mit einer Protzscheibe versehen ist, aber nur 9″ in den Block hineinreicht, und daher nicht durch die ganze Höhe des Blocks geht.

Die Spindel der Richtschraube steht bei der abgeprotzten Laffete ungefähr senkrecht, ihre Mutter von Bronze ist in den Block eingelassen. Wenn das Rohr in das Marschlager gebracht, aus- oder eingelegt werden soll, so wird die Richtschraube aus ihrer Mutter herausgenommen, und während des Transports in einer cilindrischen Oeffnung hängend aufbewahrt, die weiter rückwärts senkrecht durch die Höhe des Blocks geht.

Die Laffete hat halbe Unterpfannen und ist mit einer Hemmkette versehen. Die Achse ist von Eisen, mit Achsbändern im Achsfutter befestigt. Die Räder haben 4′ 11″ im Durchmesser.

Die größte Erhöhung, welche das erleichterte Rohr erhalten kann, beträgt 11½°, die größte Senkung 5°, wobei die Richtspindel nur noch mit zwei Gewinden in der Mutter festgehalten wird.

Auf dem Achsfutter der Protze zu dieser Laffete ist ein Block, rechtwinklig gegen das erstere, befestigt, welcher hinten 1′ und vorn 2′ 9″ vorragt; auf seinem hintern Theile befindet sich der Protznagel, von der hintern Kante des Achsfutters 8″ entfernt. In einem Ausschnitt des vordern Theils dieses Blocks ist die Deichsel durch 2 Bolzen befestigt.

Die Bracke auf dem keilförmigen Theil der Deichsel und den Deichselarmen ruhend, ist zu mehrerer Festigkeit durch zwei hölzerne Brackenstützen mit dem Achsfutter in Verbindung gesetzt.

Eine 4½" breite nach dem Zuge zu konvexe eiserne Schiene, ruht auf dem hinteren Theile des Blocks auf den beiden Brackenstützen und auf dem Achsfutter, und ist bestimmt, den Laffetenschwanz in den verschiedenen Richtungen, welche derselbe bei den Wendungen des Geschützes annehmen kann, zu unterstützen, und als Reibeschiene zu dienen.

Eine starke eiserne Pfanne unter dem Block, und zwei leichtere Pfannen unter den Brackenstützen, verbinden diese Theile mittelst starker Bolzen mit dem Achsfutter und der Achse, welche der Laffeten-Achse in allen Theilen gleich ist.

Die Räder sind denen der Laffete gleich. Die Bracke hat keine Ortscheite, sondern Zugösen. Die Deichsel ist 8½' lang und mit Steuerketten versehen.

Das Gewicht, mit welchem der Laffetenschwanz auf den Protzsattel drückt, beträgt, wenn das Rohr im Schießlager liegt, 3 Centner 85 Pfund, und wenn es im Transportlager sich befindet, 26 Centner.

Der Lenkungswinkel der Laffete beträgt 48°.

Die Wand-Laffete besteht aus zwei 11' 2" langen, 4" starken und 15,35" hohen Wänden. Sie hat einen Stirn-, einen Ruh-, einen Mittel-, einen Protz- und einen Schwanzriegel.

Der Mittelriegel tritt 4" über die obere Bohlenkante hervor und dient als Unterlage für das Rohr, wenn dasselbe im Marschlager ruht. Im Protzriegel, zunächst dem Schwanzriegel, befindet sich das Protzloch.

Sieben liegende Bolzen halten die Wände zusammen, drei stehende dienen zur Befestigung der Achs- und Schildzapfenpfannen, wovon zwei die Pfanndeckel festhalten. Außerdem ist jede Wand von drei Laffetenbändern umgeben.

Auf dem Protzriegel und dem Schwanzriegel befinden sich Vorrichtungen zum Befestigen eines Laffetenkastens. Nicht weit von dem ersten Bruch befindet sich das Marschlager.

Die Laffete hat eine Richtsohle nebst Richtschraube und Aufsetzkeil, wie die übrigen Belagerungslaffeten, sie ist mit einer Hemmkette nebst

Hemmschuh versehen. Die Achse ist von Eisen und die Höhe der Räder beträgt 4' 10". Mehrere Oesen außerhalb der Laffete dienen zum Befestigen des Ladezeugs und Zubehörs.

Durch vielfache Abänderungen brachte man es endlich dahin, das neue Rohr 14½° in der Laffete erhöhen und 10½° senken zu können.

Die Protze zur Wand-Laffete besteht aus einem Achsfutter mit zwei Armen und einer Mittelsteife; die drei letztern Theile sind hinten mit einem Lenkscheit verbunden. Auf der Mittelsteife befindet sich 6" von der hintern Kante des Achsfutters der Protznagel, und auf der Stirnfläche der Mittelsteife ist die Protzkette angebracht. Die obere Fläche des Achsfutters und des Lenkscheits sind mit Blech belegt.

Die Hinterbracke war anfänglich unter den Armen angebracht, wodurch die Deichselspitze 6" höher als die Bracke zu stehen kam. Die Hinterbracke hat Ortscheite und Brackenstangen. Die Protzachse und Protzräder sind denen der Laffete gleich.

Der Laffetenschwanz drückt mit 3 Centnern 96 Pfund auf den Protzsattel, wenn das Rohr im Schießlager liegt, und mit 22 Centnern 79 Pfund, wenn es im Transportlager liegt. Der Lenkungswinkel beträgt 35½°.

Transportversuche.

Da Versuche dieser Art von einiger Ausdehnung sehr kostspielig werden, da ferner die Konstruktion der Blocklaffete in Frankreich, in Bezug auf Dauer beim Transport, hinreichend strenge geprüft worden war, auch andererseits für die Wand-Laffeten-Konstruktion, was Haltbarkeit betrifft, begründete Erfahrungen zu sprechen schienen, so wurden diese Prüfungen nicht in derjenigen Ausdehnung ausgeführt, welche sonst erforderlich gewesen sein würde.

Die neukonstruirten 24pfündigen Röhre waren beim Beginn der Transportversuche noch nicht fertig, man nahm daher einstweilen zwei 24pfündige französische Röhre, welche im Gewicht sowohl unter sich um ein Geringes verschieden waren, als auch von dem berechneten Gewicht der neuen Preußischen 24pfündigen Röhre etwas abwichen, und ungefähr 3 Centner Hintergewicht hatten.

Die Blocklaffete erhielt ein Rohr von 52 Centnern 52 Pfund, die Laffete selbst mit den Rädern wog 19 Centner 73 Pfund, die Protze

10 Centner 10 Pfund, daher das Total-Gewicht des ganzen Geschützes 82 Centner 25 Pfund betrug.

Das Rohr der Wand-Laffete wog 53 Centner 7 Pfund, die Laffete selbst mit ihren Rädern 21 Centner 95 Pfund, die Protze 10 Centner 49 Pfund, daher das Geschütz im Ganzen 85 Centner 41 Pfund Gewicht hatte.

Beiden Geschützen war eine gleiche Anzahl Geschütz-Zubehör beigegeben. Auf dem Rohr der Block-Laffete waren 2 Wischer und an dem Block 4 Hebebäume befestigt. Die gleiche Anzahl Geräth war bei der Wand-Laffete an den Wänden angebracht.

Die ersten Versuche geschahen auf dem schlechtesten Steinpflaster, welches aufgefunden werden konnte, um durch die fortwährend starken und wiederholten Stöße die Haltbarkeit der Laffete zu prüfen. Die zur Bespannung gewählten Pferde waren groß, stark und in gutem Futterzustande, jedoch nicht mehr im kräftigsten Alter.

Man wendete abwechselnd bei beiden Geschützen theils 6, theils nur 4 Pferde an, machte bei 8 Versuchen jedesmal einen Marsch von 2 Meilen, wozu im Durchschnitt 3 Stunden 50 Minuten erforderlich waren; im Ganzen wurden auf diese Weise 16 Meilen zurückgelegt.

Hierbei zeigte sich durchgängig, daß 4 Pferde hinreichten, um sowohl die Block- als die Wand-Laffete auf schlechtem Steinpflaster fortzuschaffen, daß aber die Bespannung der Block-Laffete stets mehr angestrengt werden mußte, als die der Wand-Laffete, selbst wenn jene mit 6 Pferden versehen war, welches darin seinen Grund hatte, daß die Deichsel durch heftiges Schleudern die Stangenpferde sehr belästigte, und sie hinderte, die zum Ziehen nöthige Kraft regelmäßig anzuwenden.

Hierauf folgten die Transportversuche auf Chausseen und Landwegen, um bei andauernder Anwendung der Kraft, wie es im Fall eines wirklich eintretenden Transports der Geschütze Statt findet, die Leistungen der Pferde und das Verhalten der Laffeten kennen zu lernen.

Jedes Geschütz erhielt auf die Deichselarme noch eine Wagenwinde aufgebunden, 2 Vorrathsbracken und 10 Ortscheite wurden unter der Mitte der Laffete befestigt fortgeschafft. Unter das Langefeld wurden bei beiden Laffeten zur Schonung derselben Taukränze gelegt,

wo-

wodurch die Schildzapfen etwa $\frac{1}{2}''$ von der obern Fläche des Transportlagers entfernt gehalten wurden, und also nicht auflagen.

Acht Pferde von mittlerem Schlage waren vor jede Laffete gespannt. Alle Mittelpferde hatten Tragehalskoppeln, um das Zugtau und die vorn befindlichen Bracken in die Höhe zu halten.

Man wählte zur Ausführung dieses Versuchs in der Nähe von Berlin den Weg über Oranienburg nach Cremmen und zurück über Spandau, weil der dort vorkommende sandige Boden über die Fahrbarkeit der Laffeten genügende Ergebnisse erwarten ließ. Auch war man bemüht, durch Umwechseln der Bespannung von einer Laffete zur andern, und durch Vormarschiren bald der einen, bald der andern, alle Umstände möglichst gleich zu stellen.

Die einzelnen Märsche waren:

1ster Tag, $3\frac{1}{2}$ Meile in 8 Stunden, mit 1 Stunde Aufenthalt, wovon $\frac{1}{4}$ Meile tiefer Sand, mit 2 Terrain-Erhebungen von 5° und jede 200 Schritt lang.

2ter Tag, 2 Meilen in $4\frac{3}{4}$ Stunden mit $\frac{3}{4}$ Stunde Aufenthalt, wovon $\frac{1}{2}$ Meile sandig, außerdem eben und fest.

3ter Tag, $3\frac{1}{2}$ Meile in $8\frac{1}{4}$ Stunden, mit $\frac{1}{4}$ Stunde Aufenthalt, wovon $2\frac{1}{4}$ Meilen sandig, mit 1 Terrain-Erhebung von 150 Schr. Länge.

4ter Tag, 2 Meilen in 3 Stunden, ohne Aufenthalt, wovon 2 Meilen sandig, aber eben.

Woraus hervorgeht, daß an vier verschiedenen Marschtagen 11 Meilen in 22 Stunden zurückgelegt wurden, wovon $2\frac{1}{2}$ Stunde auf den drei ersten Märschen zum Tränken der Pferde und zum Heuvorlegen benutzt wurden. Der letzte Marsch von 2 Meilen geschah ohne Aufenthalt. Von den 11 zurückgelegten Meilen waren $5\frac{1}{12}$ Meilen sandiger Weg, auch fanden sich, wie bemerkt, einige, wiewohl nicht bedeutende Terrain-Erhebungen vor, welche überschritten werden mußten.

Diese Märsche ergaben nachstehende Resultate:

1) Beide Geschütze konnten überall durch 8 Pferde fortgeschafft werden.

2) Auf ebenen festen Wegen fuhren beide Geschütze mit Leichtigkeit und ohne bedeutende Anstrengung der Pferde.

3) Auf sandigen Strecken und überall da, wo die Felgen einige Zoll in den Boden einschnitten, waren die Pferde vor der Wand-Laffete stets weit mehr angestrengt, als vor der Block-Laffete.

4) Auf harten unebenen Wegen wiederholte sich, was schon beim Fahren auf dem Steinpflasten bemerkt worden war, nämlich daß die Schwankungen der Deichsel bei der Block-Laffete weit heftiger, als die bei der Wand-Laffete waren.

Da die Wand-Laffete auf dem Steinpflaster leichter fuhr, als die Block-Laffete, in weichem oder sandigem Boden aber das Entgegengesetzte Statt fand, so konnte der Grund dieser Erscheinung nicht ausschließlich in dem etwas größeren Gewicht des Wand-Laffeten-Geschützes gesucht werden. Bei genauer Untersuchung fand man denn auch, daß sich die Deichsel geworfen hatte, und daß die Spitze derselben um 4″ von der verlängerten Mittellinie des Fahrzeuges abwich, sobald die Achsen parallel gestellt wurden. Da nun durch das Anziehen der Pferde die Deichselspitze jedesmal in die Mittellinie gebracht wurde, so verlor dadurch die Vorderachse die parallele Stellung gegen die Hinterachse, welches ein Nichtspuren der Räder und also auch ein schwereres Fahren im Sande oder weichem Boden zur Folge hatte.

Diesem Fehler wurde abgeholfen und der Transportversuch dann wiederholt. Bei möglichster Gleichstellung aller Umstände wurde derselbe Weg noch Einmal zurückgelgt, wobei sich indessen wiederum ergab, daß die Wand-Laffete im sandigen und weichen Boden schwerer als die Block-Laffete fuhr.

Nochmalige Untersuchungen und Berathungen über den Einfluß dessen, was beide Laffeten in Bezug auf Leichtigkeit des Fahrens von einander unterschied, ließen das um 3 Centner 16 Pfund größere Gewicht des Wand-Laffeten-Geschützes, so wie die Stellung der Hinterbracke bei demselben, welche 6″ tiefer als die Deichselspitze lag, als Hindernisse anerkennen.

Durch jene Stellung der Hinterbracke gegen die Deichselspitze wurde, wenn die Vorderpferde allein anzogen, das Lenkscheit gegen die Laffete gedrückt, und dadurch eine bedeutende Reibung auf demselben veranlaßt, wenn aber Vorder- und Stangenpferde zugleich wirkten, so wurde ein Theil der Zugkraft, welche von beiden aus-

ging, aufgehoben, weil die Richtungen der wirkenden Kräfte in verschiedenen Ebenen lagen.

Auch diese Nachtheile wurden beseitigt, indem man, was die Verminderung des Gewichts betrifft, die Wände in ihrer ganzen Länge $\frac{1}{4}''$ schwächer und im zweiten Bruch noch niedriger machte und die Beschläge erleichterte; in Betreff einer vortheilhafteren Benutzung der Zugkraft aber die Bracke über die Deichsel setzte, wodurch die Zugrichtung der Vorder- und Stangenpferde möglichst in einer und derselben Ebene zu liegen kam, und die geäußerte Kraft ungeschwächt zur Fortbewegung des Fahrzeuges benutzt werden konnte.

Handhabungs-Versuche.

Bei diesen Versuchen ermittelte man unter sonst gleichen Umständen den Einfluß der eigenthümlichen Konstruktionen beider Laffeten auf das Umlegen der Röhre aus dem Transport- in das Schießlager, so wie auf das Aus- und Einlegen der Röhre ohne Hebezeug, und endlich auf den Transport der Geschütze auf kurzen Entfernungen, wobei man sich bemühte, die beste Art der Handhabung mit Berücksichtigung der Arbeiterzahl und der Zeit, in welcher die Arbeit ausgeführt wurde, so wie auch die Zahl und zweckmäßigste Einrichtung der dazu erforderlichen Geräthschaften aufzufinden.

Ehe man Ergebnisse aus diesen Versuchen zog, wurde jede einzelne Arbeit so lange eingeübt, bis sie mit Leichtigkeit und Sicherheit ausgeführt wurde.

Die über solche Arbeiten bestehenden Vorschriften dienten hierbei als Norm; man wich nur dann davon ab, wenn die Eigenthümlichkeiten der Laffeten-Konstruktionen eine Aenderung unumgänglich nothwendig machten.

Es ergab sich hieraus:

1) daß das Umlegen des Rohrs bei beiden Laffeten aus dem Schieß- in das Transportlager durch Hinüberrollen desselben von 20 Arbeitern in 7 Minuten bewerkstelligt werden konnte, das Hinüberschaffen aus dem Transport- in das Schießlager währte bei derselben Anzahl Leute und bei beiden Laffeten nur 5 Minuten. Die Geschütze waren in beiden Fällen aufgeprotzt, weil sie, so-

bald das Rohr im Marschlager sich befand, weder auf- noch abgeprotzt werden konnten.

2) Das Aus- und Einlegen des Rohrs aus der Laffete und in dieselbe ohne Hebezeug wurde bei beiden Geschützen ohne besondere Schwierigkeit durch 22 Mann ausgeführt. Das Auslegen der Röhre in beiden Laffeten erforderte 19 Minuten Zeit, das Einlegen nur 11 Minuten.

Fortbewegung der Geschütze auf kurze Strecken.

Es wurde zu diesem Versuch ein Stück der dritten Parallele, und die nach dem Couronnement führenden Sappen und Schläge so weit ausgeführt, daß der Einfluß, den die einzelnen Theile dieser Arbeiten auf den auszuführenden Versuch haben konnten, zu beobachten war. Die Kommunikationen hatte man aus einem Theil einer einfachen Traversensappe aus einem Schlage oder Zickzack zusammengesetzt, dessen Linien einen Winkel von 40° bildeten. Die ganze Länge dieser Erdaufwürfe, mit Einschluß aller Wendungen ꝛc. betrug ungefähr 150 Schritt; der Boden war sehr sandig. Zu dem Transport waren bei jedem Geschütz 2 Unteroffiziere und 24 Mann erforderlich. Die Laffete war abgeprotzt und das Rohr befand sich im Schießlager; der Transport wurde dadurch bewerkstelligt, daß 10 Mann den Schwanz der Laffete trugen, 8 Mann dieselbe schoben und zogen, indem man zum Ziehen ein Tau an den Henkeln des Rohrs befestigt hatte, und 6 Mann Bohlen unter die Räder legten, um das Einsinken derselben zu verhindern.

Die Ergebnisse dieses Versuchs waren:

1) Beide Laffeten wurden mit ihren im Schießlager befindlichen Röhren in ziemlich gleicher Zeit, von durchschnittlich 47 Minuten, von der dritten Parallele auf die Bettung der Bresch-Batterie gebracht.

2) War es im Allgemeinen gleichgültig, ob die Brust oder der Schwanz der Laffete sich bei der Fortbewegung vorn befand.

3) Es wurde nothwendig, beim Passiren der Winkel so weit in die Crochets zu fahren, als nur immer möglich, damit der nachfolgende Theil des Geschützes, ohne dasselbe umzudrehen, Raum gewann, in den nächsten Zweig einfahren zu können, wodurch

abwechselnd Einmal die Mündung, das andere Mal der Schwanz der Laffete sich bei der Fortbewegung vorne befand.

Schießversuche zur Ermittelung der Haltbarkeit der Laffeten.

Zu den Schießversuchen wurden die beiden neugefertigten bronzenen 24pfündigen Röhre von 55 Centner 25 Pfund und 55 Centner 36 Pfund Gewicht benutzt. Das erstgenannte Rohr wurde in die Wand-Laffete, das letztgenannte in die Block-Laffete gelegt.

Die Ladung betrug 8 Pfund ord. Pulver, welches im Mittel beim Probirmörser 61,1 Ruthen weit und vergleichsweise 8,7 Ruthen kürzer als das Normal-Pulver geworfen hatte. Man wendete Papierkartuschen mit Etaminboden, Stoppinen und Heuvorschläge bei diesen Versuchen an, einer der letzteren 3″ lang, wurde jedesmal auf die Ladung, ein zweiter von 6″ Länge auf die Kugel gesetzt.

Zu anderweiten Beobachtungen über die zu machenden Schüsse an sich, wendete man Kugeln an, wodurch der normalmäßige Spielraum von 0,18″ bis zu 0,178″ und 0,155″ durchschnittlich verringert wurde, welches für die Untersuchung der Haltbarkeit, die den eigentlichen Gesichtspunkt ausmachte, eine etwas verstärkte Probe war.

Es geschahen aus jedem Rohr und also von jeder zu versuchenden Laffete 400 Schüsse, wovon 50 über Visir und Korn, 50 mit ½ Zoll, 50 mit 1 Zoll Aufsatz und so weiter fort, mit jeden 50 Schüssen um 1 Zoll Aufsatz steigend, gethan wurden, woraus man in Bezug auf die Haltbarkeit der Laffeten folgende Ergebnisse erhielt:

1) Bei der Wand-Laffete waren nach 105 Schüssen 3 Speichen in der Nabe des rechten Rades lose geworden, nach 205 Schüssen folgte eine vierte.
2) Bei der Block-Laffete bemerkte man schon nach dem 50sten Schusse, daß die Richtspindel in der Mutter sehr lose geworden war, nach 400 Schüssen hatte sich dieser Uebelstand so vergrößert, daß ein ferneres genaues Richten unmöglich wurde.
3) Der Rücklauf war bei beiden Laffeten im Durchschnitt gleich und betrug 7′ 9″ bis 10′ 11″.

4) Das Bucken der Röhre ist auch als gleich anzusehen, es betrug $\frac{5}{8}$'' bis $1\frac{7}{8}$'' bei jedem, wobei die Zündlöcher oben bis 0,28'' und unten 0,30 bis 0,39'' ausgebrannt waren.

Geschützbedienung.

In Bezug auf die Bedienung der Geschütze bei obigem Schießen beobachtete man, während die Mannschaft beider Geschütze öfter mit einander wechselte, Nachstehendes:

1) Die Block-Laffete läßt sich leichter vorbringen, als die Wand-Laffete.

2) Bei größerer Erhöhung und Senkung des Rohrs in der Wand-Laffete, muß der Richtende auf die Laffete treten, wodurch das Seitwärtsbewegen der Letztern erschwert wird. Bei der Block-Laffete ist dies nicht nothwendig.

3) Die Bedienung des Geschützes mit der Wand-Laffete wird dadurch etwas erschwert, daß das Rohr in derselben ungefähr 4'' höher als das in der Block-Laffete liegt.

Schlußversuch.

Nachdem durch die vorstehend erörterten Versuche manche Mängel der Wand-Laffete, welche der versuchsweisen Konstruktion derselben beigemessen werden mußten, hervorgetreten waren, wurde mit Benutzung der gemachten Erfahrungen eine ganz neue Wand-Laffete gebaut, welche im Wesentlichen von der anfänglichen Einrichtung in folgenden Punkten abwich.

Die Einschnitte in den Wänden und in dem Achsfutter zur gegenseitigen Befestigung an einander wurden um $\frac{1}{2}$'' vertieft, die Höhe des Achsfutters aber um 1'' vermindert. Die Laffetenwände bis zum ersten Bruch wurden um $1\frac{1}{2}$'' niedriger gemacht, die Schildzapfen-Pfannen aber von derselben Stärke, wie bei der Block-Laffete gefertigt.

Den Obertheil des Mittelriegels machte man niedriger, um dem Rohre im Transportlager eine mehr wagerechte Lage zu geben. Der Schwanzriegel wurde 5'' schmäler und 1'' niedriger gemacht.

Das Transportlager erhielt eine solche Tiefe, daß die Schildzapfen nur mit $\frac{1}{4}$ ihres Durchmessers darin aufgenommen wurden, um die

Laffete in demjenigen Theil, welcher beim Transport des Rohrs am meisten zu leiden hat, nicht zu sehr zu schwächen.

Die Richtsohle wurde um 8 Zoll verkürzt. Die untersten Bolzen am Mittelriegel fielen ganz weg, der Riegel selbst wurde ¼″ schwächer, und durch das Ausschneiden unterhalb auch niedriger gemacht. Die Richtwellpfannen wurden nur bis zur halben Stärke in die Laffetenwände eingelassen, um an Haltbarkeit der Wände zu gewinnen.

Zur Prüfung der Haltbarkeit dieser abgeänderten Laffete ward sie bei mehreren Schießversuchen benutzt, und zeigte nach 400 Schüssen, von denen 260 mit 7 Pfund Ladung bei 1 und 3° Erhöhung, und 140 mit 8 Pfund Ladung und 4″ Aufsatz geschahen, nicht die geringste Beschädigung, nur an den Rädern, welche aber nicht neu waren, hatten einige Speichen in der Nabe die feste Stellung verloren.

Ohne die geringste Uebereilung konnten 6 Mann reglementsmäßig eingetheilt, bei ganz genauer Richtung alle zwei Minuten einen Schuß thun; ein Beweis, daß die Bedienung leicht von Statten ging; nur blieb das Aufsteigen des Richtenden auf die Laffete als ein Hinderniß bestehen.

Der Rücklauf war größer geworden, und betrug im Maximum 13½ Fuß.

Dieser Uebelstand ward jedoch durch 6′ lange, 1½′ breite und 6″ hohe Keile, welche in einer Entfernung von 6′ hinter die Laffetenräder gelegt wurden, vollständig beseitigt. Die Laffete blieb theils auf den Keilen stehen, theils lief sie von selbst bis nahe an den früheren Standpunkt vor, so daß jederzeit nur eine geringe Nachhülfe erforderlich war, sie genau in ihre vorige Stellung zurückzuführen. Sollte die Laffete während des Ladens auf den Keilen stehen bleiben, so bewirkten Nr. 7. und 8. dies sehr leicht durch Unterstecken der Hebebäume unter die Armbolzen von vorn her; auch verursachten die Keile in keiner andern Beziehung ein Hinderniß bei der Bedienung.

Das Bucken des Rohrs zeigte sich in eben dem Maße, wie bei dem früheren Versuch.

Nach Beendigung dieses Schießversuchs schritt man zum Transportversuch. Man wählte hierzu die ungünstigsten Wege in der Nähe von Berlin, in welchen tiefe Löcher und Erhebungen und Senkungen von 5—6° vorkamen; die ganze zurückgelegte Strecke betrug 2½ Meile

die Pferde von beiden Geschützen waren von gleicher Beschaffenheit, und das Gewicht der Laffeten und der alten französischen Röhre, welche wiederum angewendet wurden, betrug:

Die Block-Laffete . . .	19	Centner	54	Pfund
Die Protze	10	-	10	-
Das Rohr	52	-	52	-
In Summa	82	Centner	6	Pfund.
Die Wand-Laffete . . .	19	Centner	45	Pfund
Die Protze	10	-	45	-
Das Rohr	53	-	7	-
In Summa	82	Centner	97	Pfund.

Dieser dritte Transportversuch ergab als Endresultat, daß auf den beim Marsch berührten Wegen die Wand-Laffete der Block-Laffete hinsichtlich der Fahrbarkeit nicht nachgestanden habe. An der Protze der Wand-Laffete brach etwa auf der Hälfte des Weges der eine Achsschenkel in der Mitte zwischen dem Linsenloch und dem Stoß; die Veranlassung dazu war ein früher im Eisen befindlich gewesener nicht bemerkter Bruch. Hiermit schlossen die Untersuchungen über diesen Gegenstand ab.

Später geschahen von der Wand-Laffete noch 300 Schuß, unter denen 200 mit 10 Pfund Ladung und 10° Senkung befindlich waren.

Nach Beendigung dieses Schießens, welches die Zahl der von der Laffete geschehenen Schüsse auf 700 brachte, zeigten sich nur ganz unbedeutende und auf den fernern Gebrauch der Laffete durchaus nicht Einfluß habende Beschädigungen.

Zusammenstellung der durch vorstehende Versuche erhaltenen Ergebnisse.

Beide Laffeten haben im Allgemeinen eine, den Verhältnissen angemessene Haltbarkeit und Leichtigkeit bei der Fortschaffung, Handhabung und Bedienung gezeigt.

Die Wand-Laffete läßt folgende Vortheile besonders hervortreten:

1) Sie gestattet 3° mehr Erhöhung und $5\frac{1}{2}$° mehr Senkung als die Block-Laffete.

2) Ihre Richtmaschine ist wesentlich dauerhafter; bei der Block-

Laffete reicht ein kleiner Fehler beim Einlassen der Mutter hin, der Schraube eine falsche Stellung zu geben.

3) Bei Anwendung von Richtsohlen verschiedener Länge kann die Wand-Laffete auch für kürzere Röhre brauchbar gemacht werden, dies ist bei der Block-Laffete nicht möglich, weil sich die Richtschraube nicht versetzen läßt.

Dagegen sind aber auch die Nachtheile, welche sich mit der Wand-Laffete verbinden, nicht zu verkennen. Sie bestehen besonders darin, daß

1) Der Lenkungswinkel derselben um 12½° kleiner, als der der Block-Laffete ist.
2) Daß der Rücklauf im Maximum um 2½′ größer ist.
3) Daß bei größeren Erhöhungen und Senkungen der Richtende auf die Laffete steigen muß.
4) Daß die Einfachheit der aus 2 Wänden und dem Block bestehenden Block-Laffete, durch das Herausschlagen weniger Bolzen ein leichtes Auseinandernehmen und Zusammensetzen derselben gestattet, und eben so auch eine raumersparende Aufbewahrung erlaubt, Vortheile, welche die Wand-Laffete nicht gewährt.
5) Daß die Wand-Laffete 20 Procent mehr als eine Block-Laffete kostet, wobei indessen zu beachten bleibt, daß die bei ersterer besser konstruirte Richtmaschine theurer als bei letzterer ist.

Allgemeine Betrachtungen.

In Erwägung der Vorzüge, welche der Wand-Laffeten-Konstruktion eigenthümlich angehören, so treten die damit verknüpften Nachtheile, obgleich größer an Zahl, doch als unwichtiger in den Hintergrund.

Die große Senkungsfähigkeit des Rohrs in der Wand-Laffete ist für das Breschschießen ein sehr zu beachtender Vorzug, weil man oft in den Fall kommen kann, über die Senkung von 5° hinaus tiefer schießen zu müssen, welches von der Block-Laffete aus nicht möglich ist. Alle zur Erreichung dieses Vortheils vorgeschlagenen Veränderungen in der Konstruktion der Block-Laffete, waren theils unausführbar, theils mit andern noch größern Nachtheilen verknüpft.

Auch erscheint die Richtmaschine der Wand-Laffete in einem Grade dauerhaft und fest, welcher bei der Richtmaschine der Block-Laffete nie zu erreichen sein möchte.

Die Möglichkeit, in dieselbe Laffete kurze und lange Röhre legen zu können, ist für die bestehenden Einrichtungen gleichfalls von Bedeutung.

In Rücksicht des Lenkungswinkels steht zwar die Block-Laffete im Vortheil, bei der im Ganzen nur geringen Beweglichkeit aber, die man vom Belagerungsgeschütz verlangt, kann dieser Vortheil um so weniger entscheiden, da die Lenkbarkeit der Wand-Laffete sich in allen durch den Versuch herbeigeführten Fällen als vollkommen ausreichend gezeigt hat.

Die Nachtheile des größern Rücklaufs können sehr vollständig durch die Hemmkeile aufgehoben werden, wenn man nicht von den bekannten, vielfachen andern Hülfsmitteln zu diesem Zweck Gebrauch machen will.

Was endlich die bequemere und wenig Raum erfordernde Aufbewahrungsart der Block-Laffeten betrifft, so kann dieser Vortheil nur dann als solcher anerkannt werden, wenn die deshalb nöthigen Einrichtungen nicht mit überwiegenden Nachtheilen verknüpft sind, welches aber im vorliegenden Falle ohne Zweifel Statt findet.

Mit Berücksichtigung alles dessen, was in vorstehenden Versuchen über die Haltbarkeit, Transportfähigkeit, Handhabung, leichte und schnelle Bedienung beider Laffetenarten als Resultat hervorgetreten ist, entspricht die Wand-Laffete den Bedürfnissen, so wie den zu machenden Forderungen am besten, weshalb die erfolgte Annahme derselben für die Belagerungs-Artillerie auf das Vollständigste gerechtfertigt erscheint, wenn man auch selbst auf den Umstand, daß sich dieselbe in ihren Einrichtungen unserm bestehenden Laffetensystem durchaus anschließt, kein weiteres Gewicht legen will.

V.

Ueber den Visirschuß der preußischen Kanonen.

Die über den Visirschuß der preußischen Kanonen in dem Zeitraume von 1818 bis jetzt angestellten Versuche entstanden

1) aus der in verschiedenen Zeitpunkten vorgenommenen Aenderung der Construktion der Kanonenröhre;
2) aus dem Bedürfniß einen gleich großen Visirwinkel bei den Feldkanonen und einen gleich großen bei den Belagerungs- und Festungskanonen zu besitzen, und
3) aus dem fühlbaren Mangel verglichener Geschütze.

Hiernach erhielten die Versuche einen doppelten Zweck; einmal sollten sie die Schußweiten der festgesetzten Visirwinkel ergeben, um darzuthun, daß mit dem letzteren diejenige Wirkung erreicht würde, welche in einzelnen wichtigen Momenten vorzugsweise zu beachten bleibt, und zweitens sollten sie Einrichtungen an die Hand geben, um das Rohr sowohl bei einem Visirwinkel, als auch verglichen gebrauchen zu können.

I. Visirschußweiten der preußischen Kanonen.

A. Feldkanonen.

1. Der erste Versuch geschah im October 1818 mit einem 6pfündigen und einem 12pfündigen Rohr damaliger Construction.

Die Haupt-Abmessungen der beiden Röhre waren:

	6 Pfünder.	12 Pfünder.
Länge der Seele	60,15″	76,35″
Durchmesser der Mündung . . .	3,58″	4,48″
Visirwinkel	45 M.	45 M.
Mittlerer Durchmesser der Kugel .	3,44″	4,33″
Hiernach Spielraum	0,14″	0,15″
Mittleres Gewicht der Kugel . .	5 u. 25¼ Lth.	11 u. 23 Lth.
Rohrgewicht	958 u.	1892 u.

Die Ladung war 2¼ Pfund und 4 Pfund Berl. ordinair Pulver. Aus 30 Schuß ergab sich das Mittel

beim	6 Pfünder.	12 Pfünder.
für den ersten Aufschlag auf . . .	794 Schr.	986 Schr.
für die Totalschußweite	1985 "	2200 "

2. In Folge der allgemeinen Bemerkungen des General Braun zu den Revue-Berichten der 1sten Artillerie-Inspektion vom Jahre 1824, die Gleichmachung der Visirwinkel für Feldgeschütze betreffend, um gleiche Schußweiten für einerlei Aufsatz zu erreichen, bestimmte die General-Inspection der Artillerie

1) den Visirwinkel für Feldgeschütze auf 45 Minuten festzusetzen, und
2) zur Ermittelung der Visirschußweite einen anderen, vorliegenden Versuch zu benutzen.

Hierzu wurde ein 6 Pfünder Nr. 77. und ein 12 Pfünder Nr. 10. angewendet.

	6 Pfünder	12 Pfünder
Die Seelenlänge betrug beim	59,48″	74,37″
Der Durchmesser der Seele	3,59″	4,54″
Der Visirwinkel	45′	45′.

Die Kugeln hatten vorschriftsmäßige Durchmesser und möglichst gleiches Gewicht. Die Ladung war 2¼ Pfund und 4 Pfund Berliner ordinair Pulver vom Jahre 1825. Es gab beim Probirmörser 52,3° Wurfweite, während das Normalpulver 57,9° warf.

Die Versuche geschahen am 2ten Juli und 18ten August 1825. Die Erhöhung von 45′ wurde dadurch gewonnen, daß man nach einer Zielscheibe visirte, die auf 50 Schr. Entfernung in der vorher berechneten erforderlichen Höhe stand; nach genommener Richtung

wurde die Scheibe mittelst eines in ihrem Ständer angebrachten Charniers niedergelassen.

Man erhielt aus 20 Schuß das Mittel für den

	6 Pfünder.	12 Pfünder.
der ersten Aufschlagsweite	697 Schr.	827 Schr.
die größte Längenausbreitung . . .	384 ⸗	508 ⸗
die größte Seitenausbreitung . . .	10 ⸗	22 ⸗

3. Diese erhaltenen Visirschußweiten wichen sehr von den bis dahin angenommenen ab, weshalb ein zweiter Versuch stattfinden sollte. Er wurde am 29sten December 1825 mit einem neuen 6 Pfünder Nr. 69. von 59,56″ Seelenlänge und 3,59″ Durchmesser ausgeführt; Ladung und Pulver wie beim vorigen Versuch.

Aus 20 Schuß ergab sich die erste Aufschlagsweite zu 738 Schr.
Die größte Längenausbreitung . . . . 464 ⸗
Die größte Seitenausbreitung . . . . . . 13 ⸗

4. Am 6ten Januar 1826 wurde der Versuch nochmals mit demselben Geschütz wiederholt. Es geschahen 20 Schuß mit derselben Ladung und Pulversorte, aus dem sich als Mittel des ersten Aufschlages ergab . . . . 697½ Schr.
die größte Längenausbreitung war . . . . . 362 ⸗
die größte Seitenausbreitung . . . . . . 11 ⸗

5. Eine nochmalige Wiederholung unter ganz gleichen Umständen geschah am 7ten Februar 1826. Aus 20 Schuß war das Mittel für den ersten Aufschlag . . . . 683 Schr.
die größte Längenausbreitung . . . . 384 ⸗
die größte Seitenausbreitung . . . . 13 ⸗

Da hiernach die Visirschußweiten abermals geringer ausfielen als die Schußtafeln es besagen (800 Schr.), so wurde der Versuch mit Neisser ordinair Pulver fortgesetzt, um zu ermitteln, ob der Grund der erhaltenen Ergebnisse in der Pulversorte liege.

6. Die Versuche geschahen mit der schon oben erwähnten 6pfündigen Kanone Nr. 77. Das Neisser ordinair Pulver warf beim Probirmörser 50,42°, während das Normalpulver 52,10°″ gab.

Am 14ten Julius 1826 geschahen 50 Schuß. Das Mittel gab für die erste Aufschlagsweite . . . . 690 Schr.

die größte Längenausbreitung . . . . . . 409 Schr.
die größte Seitenausbreitung . . . . . . 20 "

Am 18ten Julius geschahen 30 Schuß.

Das Mittel gab für den ersten Aufschlag . . . 791 Schr.
die größte Längenausbreitung . . . . . . 503 "
die größte Seitenausbreitung . . . . . . 11½ "

Alle diese Versuche zeigten, daß die Visirschußweiten der 6pfündigen Feldkanonen bei 45′ Visirwinkel kleiner sind, als die Aufsatztafeln annehmen. Es entstand mithin die Frage: ob man die Visirschußweite durch sorgfältige Versuche feststellen, und hiernach die Aufsatztafeln ändern sollte, oder ob man die letzteren beibehalten könne, ohne in erhebliche Fehler zu fallen.

Man entschloß sich (1827) zur Beibehaltung des Visirwinkels von 45′ und vorläufig auch der bisherigen Schußtafeln, weil beim Richten über Visir und Korn gewöhnlich mehr Elevation als 45′ genommen wird und dadurch im Feldkriege der bestehende Aufsatz keine einflußreiche Verminderung der Schußweite giebt.

7. Im Jahre 1832 wurden Versuche mit erleichterten 6pfündigen Feldkanonen gemacht. Die hieher gehörigen geschahen im Juli und August.

Sechs 6pfündige Kanonen kamen zum Versuch; davon waren

Nr. 1. u. 3. von der früheren Construction,

Nr. 2. u. 4. von der im Jahre 1832 angenommenen Construction, bei welcher das Rohr leichter als bisher ausfällt.

Nr. 5. u. 6. von früherer Construction, jedoch mit Metallstärken, die durch Abdrehen vermindert waren, um eine Erleichterung des Rohrs zu bewirken.

Es waren bei dem Rohre:

		1.	3.	2.	4.	6.
die Seelenlänge .	Zoll	59,25;	59,08;	59,16;	59,17;	59,09;
die Seelendurchmesser	"	3,60.	3,60.	3,60.	3,60.	3,60.

Die Durchmesser der Kugeln lagen in den Grenzen von 3,45″ bis 3,47″ und differirten im Gewichte um ¼ Pfund.

Die Cathegorie 1 und 3 hatte zur Ladung 2½ Pfund; die übrigen durchgängig nur 2 Pfund.

Auch sollten 2 in Hinsicht der Güte verschiedene Pulversorten angewendet werden, nämlich: neues Geschützpulver von 1832; es hatte eine Wurfweite von 68,1°, dagegen das Normalpulver 64,7°, und eine als viel schlechter anerkannte Sorte, welche nur 47,7° Wurfweite zeigte.

Man erhielt folgende Ergebnisse bei der Richtung über Visir und Korn.

Mit neuem Geschützpulver bei		$2\frac{1}{4}$ U. Ladung.		2 U. Ladung.			
6Pfünder		Nr. 1.	Nr. 3.	Nr. 2.	Nr. 4.	Nr. 5.	Nr. 6.
Aus 75 Schuß die erste Aufschlagsweite	Schritt	649.	662.	640.	631.	641.	626.
daher aus 150 Schuß	"	655½.					
" " 300 "	"	.	.	.	. .	634½.	
Die mittlere Längenabweichung aus 75 Schuß	"	61,54.	60,67.	68,96.	62,52.	78,60.	47,87.
aus 150 "	"	61,15.					
aus 300 "	"	.	.	.	. .	64,48.	
Die mittlere Seitenabweichung aus 75 "	"	2,03.	2,17.	2,21.	2,42.	2,77.	1,93.
aus 150 "	"	2,10.					
aus 300 "	"	.	.	.	. .	2,33.	
Mit schlechtem ordinairem Pulver.							
Die erste Aufschlagsweite aus 75 "	"	679.	645.	665.	643.	626.	640.
aus 150 "	"	662.					
aus 300 "	"	.	.	.	. .	643½.	
Die mittlere Längenabweichung aus 75 "	"	71,70.	64,17.	59,61.	61,77.	76,23.	65,55.
aus 150 "	"	67,93.					
aus 300 "	"	.	.	.	. .	65,79.	
Die mittlere Seitenabweichung aus 75 "	"	2,44.	2,46.	1,88.	1,96.	2,21.	1,91.
aus 150 "	"	2,45.					
aus 300 "	"	.	.	.	. .	1,99.	

Hieraus geht hervor, daß:

1) auch hier die Visirschußweite bedeutend geringer ausgefallen ist, als die Schußtafeln ergeben;

2) auch Pulver, welches beim Probirmörser wesentlich kürzere Schußweiten zeigt, in Ladungen von 2 und 2¼ Pfund recht gut angewendet werden könne.

8. Bei einem Versuch im Jahre 1834 wurde (nächst einem französischen 8 Pfünder) ein erleichterter 6 Pfünder und ein dergleichen 12 Pfünder angewendet.

	Beim 6 Pfünder.	Beim 12 Pfünder.
Die Seelenlänge war . . .	59,50″	74,90″
der Seelendurchmesser . . .	3,60—3,62″	4,53—4,54″
das Gewicht	774 ℔.	1535 ℔.

Die Kugeln lagen in den vorschriftsmäßigen Grenzen; die Ladung betrug beim 6 Pfünder 2 Pfund, beim 12 Pfünder 4 Pfund neues Geschützpulver von 1833, es gab eine Wurfweite von 78,72°, das Normalpulver 78,68° beim Probirmörser.

Aus 20 Schuß ergaben sich bei 0° Erhöhung

	für den 6 Pfünder	12 Pfünder
die erste Aufschlagsweite . . .	348 Schr.	425 Schr.
die mittlere Längenabweichung . .	30 „	40,3 „
die mittlere Seitenabweichung . .	1,13 „	0,98 „
die größte Längenstreuung . . .	1,03 „	1,44 „
die größte Seitenstreuung . . .	5,5 „	4,0 „
die Totalschußweite	2098 „	2384 „
Bei 45′ Visirwinkel		
die erste Aufschlagsweite . . .	680 „	772 „

B. Festungs- und Belagerungskanonen.

1. Der Visirwinkel bei Festungs- und Belagerungskanonen war auf 25′ festgesetzt.

Die Visirschußweite des eisernen 12 Pfünders sollte durch einen Versuch ermittelt werden, um gleichzeitig zu sehen, ob man bei diesem Visirwinkel noch auf die kürzesten Demontirschußweiten, mit einigen praktischen Hülfsmitteln in der Art des Kornnehmens ausreichen könne, ohne ein besonderes Vergleichskorn zu brauchen.

Hierzu

Hierzu kam ein in Sayn gegossener eiserner 12 Pfünder Nr. 27.

Seine Seelenlänge war . . .	99,50″
Sein Seelendurchmesser . . .	4,54½—4,55½
Der Visirwinkel betrug . . .	25′.

Die Kugeln wogen im Mittel 11 Pfund 13⅞ Loth. Das verwendete Pulver war Berliner ordinair von 1825 und hatte eine Wurfweite von 42,23° gegen das Normalpulver von 52,10°, die Kartuschen mit 5 Pfund Ladung waren von Papier; ein Stroh-Vorschlag von 4″ Länge kam vor die Kugeln.

Beim 5ten Schuß zersprang aber das Geschütz nachdem es in Coblenz bereits 3000 Schuß mit starken Ladungen ausgehalten hatte.

Das Schießen fand am 30sten Junius 1826 statt;

die mittlere Visirschußweite aus 4 Schuß betrug	546	Schritt
die größte Längenausbreitung . . .	206	"
die größte Seitenausbreitung . . .	2	"

2. Hierauf wurde höchsten Orts bestimmt, daß zur Ermittelung der Visirschußweite des eisernen 12 Pfünders ein Versuch in Coblenz (1826) stattfinden sollte.

Es geschahen 50 Schuß zu 5 Pfund Ladung und 50 Schuß zu 4 Pfund Ladung.

Die mittlere erste Aufschlagsweite war für 5 U.	547 Schr.	f. 4 U.	501 Schr.	
die größte Längenausbreitung " "	255	" "	325	"

woraus man folgerte, daß der Visirwinkel von 25′ für die neu zu construirenden bronzenen und eisernen 12 pfündigen Belagerungs- und Festungskanonen angenommen werden könne.

3. Späterhin wurden Versuche mit verglichenen Belagerungs- und Festungskanonen angeordnet, und die Ladungen für die bronzenen und eisernen Röhre festgesetzt, um hiernach die Schußtafeln für diese Geschütze angeben zu können. Die Versuche wurden 1834 und 1835 mit folgenden Kanonen ausgeführt.

	Seelendurchmesser.	Seelenlänge.	Zündloch.	Gewicht.
Bronzene 6 Pfünder Nr. 360.	3,60½	59,43″	0,25	907 U.
eiserner 6 Pfünder Nr. 88.	3,60	53,98″	0,26	987 "
bronzener 12 Pfünder Nr. 50.	4,55	99,50″	0,25	3002 "
eiserner 12 Pfünder Nr. 101.	4,54	98,53″	0,26	2998 "

	Seelen-durchmesser.	Seelen-länge.	Zünd-loch.	Ge-wicht.
bronzener kurzer 24 Pfünder Nr. 1.	5,68	65,25″	0,25	2778 ℔.
eiserner kurzer 24 Pfünder Nr. 39.	5,69	65,21″	0,34	2761 -
bronzener langer 24 Pfünder Nr. 13.	5,68	110,02″	0,25	5795 -
eiserner langer 24 Pfünder Nr. 46.	5,69	108,89″	0,26	5745 -

Die Durchmesser der Kugeln befanden sich in den vorschriftsmäßigen Grenzen. Das Pulver war neues Geschützpulver Berliner Fabrik; seine Wurfweite wurde beim Probirmörser 4 mal, zu verschiedenen Zeiten des Versuchs, mit der des Normalpulvers verglichen, und es ergab:

	Das neue Geschützpulver.	Normalpulver.	
Am 11. September 1834	77,9°	78,5°	Wurfweiten
am 2. October 1834	77,6	78,2	-
am 28. März 1835	75,3	76,1	-
am 2. Mai 1835	75,8	75,9	-

Die Ladungen der 6 Pfünder befanden sich in Etamin-, die der 12- und 24 Pfünder in Papier-Kartuschen. Die Kugeln wurden in die Spiegel gedrückt, Vorschläge kamen nicht in Anwendung.

Die Ladungen waren beim

eisernen 6 Pfünder ½ ℔., 1 ℔. und 1½ ℔.,
bronzenen 6 Pfünder . . . 2 ℔.,
eisernen 12 Pfünder ½ ℔., 1 ℔., 2 ℔. und 3 ℔.,
bronzenen 12 Pfünder . . . . . . 4 ℔.
eisernen kurzen 24 Pfünder ¾ ℔., 2 ℔. und 3 ℔.,
bronzenen kurzen 24 Pfünder . . . 4 ℔.
eisernen langen 24 Pfünder ¾ ℔., 2 ℔., 3 ℔., 4 ℔. und 5 ℔.,
bronzenen langen 24 Pfünder . . 6 ℔., 7 ℔. u. 8 ℔.

Mit jeder dieser Ladungen geschahen 20 Schuß.

Die Richtung ward anfänglich mit Hülfe der Richtungstafel, genommen, da sich dieses Verfahren aber sehr zeitraubend, und wegen der Wandelbarkeit des Ständers bei dem öfteren Aufrichten und Niederlegen nicht ganz sicher zeigte, so wurde das Rohr vor dem ersten Schusse mittelst eines genauen Quadranten wagerecht, und auf 800 Schritt eine kleine Scheibe in der verlängerten Visirlinie aufgestellt, so daß

sie bei allen folgenden Schüssen als unveränderlicher Zielpunkt dienen konnte.

Die Weiten des ersten Aufschlages bei wagerechter Stellung des Rohrs waren:

	Eiserner 6 Pfünder.			Bronzener 6 Pfünder.
	½ ℔.	1 ℔.	1½ ℔.	2 ℔.
Im Mittel aus der Beobachtung selbst, Schritt	245	326	357	340
Auf den Horizont der Bettung reducirte Weite	200	268	287	246
Totalschußweite	1498	1806	2029	1990
Mittlere Längenabweichung	31,4	30,4	30,8	70,5
Mittlere Seitenabweichung	0,0	1,9	2,3	2,2
Totalschußweite	1498	1806	2029	1990.

	Eiserner 12 Pfünder.				Bronz. 12 Pfünd.
	½ ℔.	1 ℔.	2 ℔.	3 ℔.	4 ℔.
Im Mittel aus den Beobachtungen selbst, Schritt	123	220	299	371	437
Auf den Horizont der Bettung reducirte Weite	132	206	278	355	410
Mittlere Längenabweichung	29,0	25,5	33,9	56,2	76,1
Mittlere Seitenabweichung	0,0	0,2	1,2	0,7	1,3
Totalschußweite	1366	1883	2353	2494	2463.

		Eiserner kurzer 24 Pfünder.			Bronz. kurz. 24 Pfünd.
		¾ ℔.	2 ℔.	3 ℔.	4 ℔.
Im Mittel aus den Beobachtungen selbst, . . .	Schritte	101	229	271	324
Auf den Horizont der Bettung reducirte Weite . .	„	119	213	247	303
Mittlere Längenabweichung	„	18,2	27,2	19,6	30,8
Mittlere Seitenabweichung	„	0,5	0,6	0,7	1,4
Totalschußweite	„	1305	2242	2591	2707.

		Eiserner langer 24 Pfünder.					Bronz. langer 24 Pfünder.		
		¾ ℔.	2 ℔.	3 ℔.	4 ℔.	5 ℔.	6 ℔.	7 ℔.	8 ℔.
Im Mittel aus den Beobachtungen selbst,	Schritte	130	253	300	345	377	409	429	474
Auf den Horizont der Bettung reducirte Weite	„	96	211	248	286	313	343	361	415
Mittlere Längenabweichung	„	12,0	12,5	25,5	42,3	40,7	51,1	42,3	39,9
Mittlere Seitenabweichung	„	0,6	0,7	0,7	1,0	0,9	3,1	2,7	1,0
Totalschußweite	„	1347	2257	2533	2703	2763	2826	2749	2756.

Die Schußtafeln wurden hiernach angefertigt, und in Bezug auf die vorstehenden Ergebnisse sowohl, als auf die, bei andern Elevationen erlangten, folgende allgemeine Bemerkungen gemacht.

Bei allen 4 zum Versuch gezogenen Kanonen hat sich die Zunahme der Schußweiten mit der Zunahme der Ladungen und Erhöhungen zwar ausgesprochen, allein auf eine so wenig einem bestimmten Fortschreiten unterworfene Weise und mit so großen Anomalien, daß die Aufstellung desfalsiger Gesetze nicht ohne besondere, zu diesem Zweck vorzugsweise angeordnete Versuche möglich scheint.

Als Ursachen der stattgefundenen Anomalien sind zu betrachten: die Verschiedenheiten der Anfangsgeschwindigkeiten; der Abgangswinkel der Geschosse; der Einfluß ihrer Beschaffenheit im Allgemeinen und besonders ihrer Excentricität; die ungleiche Einwirkung der Atmosphäre, und das Terrain, auf dem die Aufschläge beobachtet wurden.

II. Vorrichtungen am Geschützrohre, um dasselbe sowohl vergleichen, als auch mit einem Visirwinkel richten zu können.

Die eisernen Geschütze, welche in älterer Zeit gegossen worden sind, erhielten weder Visir, noch Korn, und erlaubten daher keine scharfe Richtung.

Die Versuche zur Angabe einer zweckmäßigen Einrichtung der zum Richten nöthigen Theile am Rohre wurden jedoch nicht auf eiserne Kanonen allein beschränkt, sondern auf alle Arten der Kanonen ausgedehnt, und die nachstehenden Vorschläge praktisch geprüft. Ueberall war bei denselben der Zweck, zwei Visirlinien zu gewinnen, nämlich eine gleichlaufend mit der Seelenaxe (also bei verglichnem Rohre) und die andere bei einem Visirwinkel von angemessener Größe.

Um eine Visirlinie gleichlaufend mit der Seelenaxe zu erhalten, wurde ein Stift auf das höchste Metall des Kopfs, in eine 0,5″ tiefe und 0,15″ weite Ausbohrung, genau passend, eingesetzt, welcher so hoch war, als es die Ausgleichung des Unterschiedes der vordern und hintern Durchmesser des Rohrs erforderte. Er lief oben spitz zu. Es zeigte sich aber bald, daß der Stift beim Feuern häufig herausfiel, also die Bedienung verzögerte, und selbst gefährden konnte, wenn er

verloren ging. Auch wurde der Stift in den Kasemattenscharten oft beschädigt.

2. Von zwei durch ein Charnier verbundenen Messingplatten wurde die eine auf dem höchsten Metall des Kopfes eingelassen und mit Schrauben befestigt, durch die andere wurde, wenn sie aufgerichtet stand, das Rohr verglichen, und war sie niedergelegt, so konnte man mit dem Visirwinkel richten. Sie erlaubte ein besseres und sichereres Nehmen der Linie, als der Stift, fiel aber bei jedem Schusse um, die Schrauben wurden wandelbar und die Richtung dadurch unsicher.

3. Ein ganz ähnlich eingerichtetes Klappkorn ward auf dem vordern Ende des Zapfenstücks angebracht. Es traten keine wesentlichen Vortheile dieser Einrichtung hervor, jedenfalls kann die Verkürzung der Richtungslinie nicht als vortheilhaft betrachtet werden.

4. Das Vergleichskorn, von der Form des gewöhnlichen Korns, mit seiner untern Fläche genau passend in eine Vertiefung auf dem Zapfenstück vorn eingelassen, und außerdem mit einem runden Zapfen in ein dazu gebohrtes Loch greifend, zeigte sich zweckmäßiger, als die bisher genannten Vorrichtungen. Nach einem, bei der Revüe 1825 angestellten Versuche mit demselben ward seine Einrichtung noch etwas verändert, nämlich: die dem Auge des Richtenden zugewendete Kante wurde in eine Fläche verwandelt; es bildet oben keine Spitze, sondern eine Linie, welche mit der Seelenaxe gleichlaufend ist, und mit ihr in einer Vertical-Ebene liegt. Die untere Fläche bildet ein Trapez. Ein quer durch das Korn gehender beweglicher Ring dient theils zum leichten Herausnehmen, theils zur Befestigung des Korns, mittelst eines um das Rohr gelegten und durch den Ring gezogenen Bandes. Die vorläufige Einführung dieses Vergleichskorns wurde bestimmt, und dasselbe mehrere Jahre hindurch bei den Schießübungen angewendet, wobei das Urtheil gefällt wurde, daß es unter allen bis jetzt versuchten Arten dem Zwecke am meisten entspräche. Anderen Verordnungen zufolge wurde jedoch späterhin festgesetzt, daß alle Belagerungs- und Festungsgeschütze verglichen construirt werden sollten.

5. Das Klappkorn und das Vergleichungskorn wurden auch bei Feldkanonen versucht, doch stellten sich hier die Nachtheile des leichtern Verlierens, der Verzögerung der Bedienung beim jedesmaligen

Aufstellen der Platte des erstern und bei der Handhabung des letztern noch mehr heraus, als beim Festungsgeschütz; endlich aber erlaubt keine dieser Vorrichtungen eine bestimmte Richtungsart für die Entfernungen, welche zwischen die Weiten des Kern- und Visirschusses fallen.

Um die verschiedenen vorliegenden Zwecke auf eine möglichst einfache Weise zu erreichen, wurde 1834 folgendes bestimmt:

Der Aufsatz erhält eine Einrichtung, vermöge welcher es möglich wird, mit Beibehaltung des Visirwinkels auch alle kleinern Winkel bis zu der Richtung des Kernschusses zu nehmen, bei welcher die Visirlinie mit der Seelenaxe gleichlaufend liegt. Der obere Theil der höchsten Bodenfriese wird, nebst dem betreffenden Theile des Angusses für den Aufsatz, bis auf das Metall des Bodenstücks weggenommen. Die Stange hat zwei Visireinschnitte über einander in der Art, daß die Visirlinie durch die untere Oeffnung (einem eiförmigen Loche mit Einschnitt) und die Spitze des Korns gleichlaufend mit der Seelenaxe ist, und daß die Visirlinie durch den obern Einschnitt und die Spitze des Korns einen Winkel von 45′ mit der Seelenaxe macht. Hiernach ist die Höhe des Korns zu berichtigen. Die Richtung über den obern Visireinschnitt giebt den Visirschuß; für die Entfernungen zwischen Kernschuß und Visirschuß wird gleichfalls durch den untern Einschnitt gerichtet und der herauszuziehende Aufsatz nach einer Eintheilung (in Achtelzollen) gestellt, die auf der rechten Seite der Stange angebracht ist.

Anmerkung. Bei der Construktion der erleichterten Feldgeschütze von 1838 hat man vorgeschlagen, den Visirwinkel ganz aufzugeben, und die Aufsatzstange nur mit einem Visireinschnitt zu versehen, welcher so tief steht, daß die Richtung über das Korn den Kernschuß giebt. Von hier aus kann die erforderliche Aufsatzhöhe für jede Entfernung, welche das Geschoß erreichen soll, mit Leichtigkeit genommen werden, wodurch das Richtverfahren im Allgemeinen wesentlich vereinfacht und erleichtert ist.

VI.

Nachtrag zur Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Vom Hauptmann Slevogt.

(Fortsetzung.)

1590. Moritz von Oranien beschießt Deventer aus 27 Geschützen: sie bewirken durch 4700 Schüsse in einem Tage eine gangbare Bresche. (Curths.) — Alex. v. Parma beschießt Lagni an der Marne aus 12 Geschützen und nimmt es mit Sturm (Hist. mil.) — in Gegenwart der Armee seines Gegners, Heinrichs IV. (Davila.) Die Schlachtordnung Heinrichs IV. bei Ivry ist folgende:

1.
2. 3. 4.
5. 6.
7. 8. 9. 10. 11.
12. 13. 14. 15. 16. 17.

1. Die Enfans perdus.
2. 400 Chevauxlegers.
3. Die Artillerie, bestehend aus 2 Kulebrinen und 4 Feldgeschützen.
4. 300 Kürassiere.
5. 50 Arkebusiere zu Pferde } zur unmittelbaren Dekkung der Geschütze.
6. 200 Pioniere }

7. 8. Zwei starke Escadrons französische Gensd'armerie.
9. Eine desgl. und die **Maison du Roi.**
10. Eine starke Eskadron Gensd'armerie.
11. Eine starke Eskadron schwere deutsche Reiterei.
12. Zwei Regimenter französische Arkebusiere.
13. Ein Bataillon Deutsche.
14. 15. Zwei Bataillone Schweizer.
16. Die Schweizergarde.
17. Zwei Regimenter französische Arkebusiere.

Die Artillerie der Ligue schießt, wie bei Coutras zu tief, aber die Heinrichs IV. mit großer Wirkung. Die feindliche Reiterei bricht jedoch in sie ein und haut einen Theil der Kanoniere und Pioniere nieder, wird aber durch die Eskadrons 10. und 11. zurückgetrieben. Die feindlichen Schweizer halten sich am längsten, weichen aber, als Heinrich seine Artillerie gegen sie vorbringen läßt. Er nimmt die ganze Artillerie der Ligisten, welche aus 8 Geschützen besteht und ihre Munition. Die **Maison du Roi** ist in dieser Schlacht nur mit dem Degen und zwei Pistolen bewaffnet. Die Artillerie Heinrichs in dieser Schlacht ist von Philibert de la Guiche kommandirt. (Davila.)

Nazzani schreibt: **Scelti documenti a' scolari bombardieri.** 1590.

Auszug im Archiv VII.

1591. Bei dem von Heinrich IV. versuchten Ueberfall auf Paris folgen hinter der französischen Infanterie die Schweizer mit 3 Feldgeschützen und 2 Petarden. — Als der König vor Chartres rückt, haben die Verwalter der ligistischen Pulvermagazine von den vorhanden gewesenen 30000 Pfd. Pulvers 20000 Pfd. verkauft; der König hat auch nicht viel mehr, etablirt aber 12 Geschütze, welche den Platz zur Uebergabe zwingen, nachdem alle seine Munition erschöpft ist. —

Villars, Commandant in Rouen, zieht 32 Geschütze an sich, als Heinrich IV. den Platz bedroht. Der König baut auf dem rechten Flügel seiner Tranchee eine Batterie von 14, auf dem linken eine von 7 Geschützen. Diese Batterieen werden

später zum Breschiren weiter vorgebracht, richten aber nichts aus, weil der Wall blos mit Rasen bekleidet ist. — (Davila.)

Parma bricht von Valenciennes mit 13000 Mann und 40 Geschützen auf, um Rouen zu entsetzen. — Moritz von Oranien beschießt Steenwyck aus 48 Geschützen, wovon 3 auf einem hohen Kavalier stehen. Die Wälle widerstehen dem Geschütz. (Curths.)

Brechtel schreibt: Büchsenmeisterei, d. i. Kurze, doch eigentliche Erklärung derer Dinge, so einen Büchsenmeister für nämlich zu wissen von nöten, von Franz Joachim Brechtel. Nürnberg, 1591. 1599. 1613. Holländische Uebersetzung von Martin Everaart. Amsterdam, 1625. 1630. Auszug Archiv **II.** und **VII.**

Caspar Bürger schreibt: Unterricht, wie man auf Wällen und im Felde grob Geschütz laden, richten und gewiß daraus schießen soll. Strasburg, 1591.

(Fortsetzung folgt.)

Für Militair-Anstalten.

In der Arnoldschen Buchhandlung in Dresden und Leipzig ist so eben erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

C. H. Aster (Oberstlieutenant), Unterricht für Pionier-, Sappeur-, Artillerie- und Mineur-Unterofficiere in den sie betreffenden technischen Arbeiten beim Festungskriege. Zweites Heft: Unterricht für Pionier- und Sappeur-Unterofficiere in den ihnen besonders obliegenden Arbeiten bei Herstellung und Zerstörung von Wegen und Brücken, so wie in denjenigen Arbeiten, welche ihnen bei Herstellung schleunig herzustellender Werke vor und in festen Plätzen rc. zukommen. Mit 8 Steindrucktafeln. gr. 8. broch. 1 Thlr. 12 gGr. oder 1 Thlr. 15 Sgr.

Dessen drittes Heft: Unterricht für Sappeur-Unterofficiere in den ihnen besonders obliegenden Tranchee-, Sappen- und Vertheidigungsarbeiten. Mit 4 Steindrucktafeln. gr. 8. broch. 16 gGr. oder 20 Sgr.

Das früher erschienene erste Heft mit 8 Steindrucktafeln kostet 18 gGr. oder 22½ Sgr.

VII.

Die Belagerung der Festung Eriwan, ausgeführt im September 1827 auf Befehl Sr. Excellenz des kommandirenden Generals des abgesonderten Kaukasischen Corps, Generals der Infanterie, General-Adjutant Paskewitsch.

Dargestellt durch den General-Major Trousson II., Chef der Ingenieure des Belagerungs-Corps. Aus dem Kaiserl. Russischen Ingenieur-Journal für das Jahr 1839.

(Nebst einer Zeichnung auf Tafel I.)

Als der General-Lieutenant Krassowsky sich am 17. August 1827, nach dem Gefecht bei Uschagan mit dem Gros seines Detaschements noch bei dem Kloster Etschmiadsin befand, verließ Abas Mirsa mit dem bei ihm befindlichen Sardar von Eriwan*) die Position von Uschagan und zog sich auf einem großen Umwege von 5 bis 6 Wersten (1 bis 1½ Meile) gegen Westen, im Süden um das Kloster herum nach Eriwan, wo er eine sehr feste Position, oberhalb des Sangaflusses, in gleicher Höhe mit dem Lager des General-Lieut. Krassowsky, bei Aburani nahm, von welcher aus er unsere Verbindungen mit Bambako zu beunruhigen beabsichtigte. Als er jedoch den Anmarsch des kommandirenden Generals mit dem Haupt-Corps erfuhr, zog er mit

*) Sardar ist der Titel des Gouverneurs einer persischen Provinz.

allen seinen Kräften eiligst die Sanga hinab und ging über den Araxes. General-Lieutenant Krassowsky verließ hierauf am 4ten September sein Lager bei Abrani, und vereinigte sich bei Etschmiadsin mit dem Haupt-Corps.

Obgleich Abas Mirsa während der Belagerung von Sardar Abad*), wie man wohl annehmen konnte, die Absicht hatte, sich in der Umgegend jener Festung zu zeigen, so wurde ihm diese doch durch die Operationen des Corps des General-Lieutenants Fürsten Eristov, welches ihm von Nachitschevan aus nach Scharura, Maka und endlich nach Tschors folgte, vermehrt, unterdessen aber Sardar Abad erobert, worauf die Belagerer nach Etschmiadsin zurückkehrten.

Am 26. September Mittags entwickelte sich endlich das Haupt-Corps, unter dem kommandirenden General selbst, in der Ebene, südlich von Eriwan und schlug im Angesicht dieser Festung ihr Lager auf. Der kommandirende General aber recognoscirte die Festung von der Anhöhe Muchanat Tapa, wo er von einigen schlecht gezielten Schüssen begrüßt wurde und bestimmte den Angriff von dieser Seite her. Bei dieser Gelegenheit lernte man auch eine höchst sonderbare Sitte der Perser kennen, welche die Ungeschicktheit ihrer Artilleristen genugsam darthut, indem diese nämlich zuerst mit den, immer in den Geschützen befindlichen, Ladungen von Kartätschen nach uns schossen, obgleich wir noch 1½ Werst = 2500 Schritt, von ihnen entfernt waren, und hierauf erst mit Kugeln zu schießen begannen.

Bei Rekognoscirung der Festung fand man folgende Veränderungen, welche seit der am 22sten Juni 1827 stattgehabten Aufhebung unserer Blockade sich ergeben. Auf der Ostseite der Festung war die Contre-Escarpe durch Anschüttungen zu einer Art von Glacis erhöht worden, zu denen die Erde, allen Anzeichen nach, aus den sumpfigen Stellen des Wassergrabens entnommen worden war; der, näher an der Festung, gegen das Flüßchen Kirch-Bulay gelegene Theil der Vorstadt war völlig zerstört worden. Die Mauern der, parallel der Festung

---

*) Die Belagerung von Sadar-Abad erfolgte vom 15ten bis 20sten September 1827.

NB. Die Zeitberechnung in vorstehendem Aufsatz ist nach dem Russischen Kalender geführt.

gelegenen, Steinwälle und sogar der Häuser waren abgebrochen, und in den, in diesem Bereich gelegenen, Gärten die Bäume umgehauen worden. Eben so war ein schöner, nördlich der Festung gelegener, Karawan-Sarai A bis auf die Keller abgetragen, und viele an jenen Punkten belegene Häuser hatten dasselbe Schicksal erfahren. Nur eine, in der Vorstadt befindliche Moschee B nebst ihrem Minaret befand sich noch in ihrem früheren Zustande. Hierdurch war aber die frühere günstige Gelegenheit für die Belagerer, sich der Festung ungefährdet nähern und fast unter dem Feuer des Belagerten einen Posten gedeckt und sicher etabliren zu können, gänzlich verschwunden. In gleicher Weise war auch in dem, jenseit der Wanga gelegenen Garten des Sardar C der größte Theil der jungen Pappeln umgehauen.

Die Garnison war zur Zeit der Blockade bedeutend verstärkt worden, so daß man dieselbe, anstatt der früheren 2000 Mann, jetzt auf 4000 berechnen konnte, denen sich noch Assan-Chan mit den Ueberbleibseln der Garnison von Sardar-Abad angeschlossen hatte. Dieser Chan aber hatte, da er älter war als der Kommandant, das Kommando in der Festung übernommen, und ward durch seine Erfahrung und unbeugsame Festigkeit die Hauptursache des hartnäckigen Widerstandes, welcher, gegen die Wünsche der Einwohner und des größten Theiles der Garnison, in beiden Festungen geleistet wurde.

Der kommandirende General befahl, daß die Belagerung nach dem von mir hierzu, am 29sten Juni schon, entworfenen Projekt geführt werden sollte, welches ich, von Etschmiadsin aus, ihm nach Karabata zugesandt hatte und welches, nachdem es von Sr. Majestät dem Kaiser in St. Petersburg genehmigt worden, Anfangs September an den General-Lieutenant Krassowsky nach Etschmiadsin zurückgekommen war.

Obgleich den Pionier-Kompagnien schon Anfangs September aufgetragen worden, die Anfertigung der zur Belagerung erforderlichen Materialien zu besorgen und in der Umgegend von Etschmiadsin Schanzkörbe zu flechten und Faschinen zu binden, diese Compagnien auch nach der Einnahme von Sardar-Abad sich sogleich auf dem rechtem Ufer der Sanga mit diesen Arbeiten beschäftigt hatten; so erforderte doch einerseits der Transport dieser Materialien nach dem Belagerungs-Depot, andererseits die Masse der anderweitigen Be-

dürfnisse, durchaus neue Arbeiten, und demzufolge auch mehr Zeit. Um jedoch dem Feinde, gleich bei unserer Ankunft vor der Festung, einen fühlbaren Beweis unsrer Anwesenheit zu geben, wurde sogleich befohlen, noch in derselben Nacht, unter dem Schutze der Anhöhe Auchanat-Tupa, eine Mortier-Batterie zu bauen und aus derselben die Festung zu bombardiren. Um aber die, in den ausgedehnten Gärten der Vorstadt befindlichen, Baumanlagen zur Anfertigung des noch erforderlichen Materials benutzen zu können, erhielt der General-Lieutenant Krassowsky den Befehl, sich mit zwei Divisionen der 20sten Infanterie-Division, östlich der Festung, in denselben zu etabliren. Diesen beiden Brigaden wurden, am 25sten September, noch 4 Pionier-Compagnien und am 26sten auch die 5te Pionier-Compagnie, welche von den Arbeiten jenseit der Sanga eintraf, beigegeben.

Einen unläugbaren Vortheil bei der Eröffnung der Belagerung gewährte aber ein sorgfältig aufgenommener Plan der Umgegend und so weit es möglich war, der Festung selbst, welchen der Ingenieur-Lieutenant Tschesnok während der Blockade angefangen, der Unter-Lieutenant Kompaneiski aber beendigt hatte, welcher auch während der Belagerung selbst alle Tranchee-Arbeiten, gleich nach ihrer Ausführung, in diesen Plan eintrug.

Die erste Nacht, zum 25sten September.

Auf der Anhöhe Muchanat-Tapa wurden 2 zweipudige *) Mortiere etablirt, welche unter dem Kommando des Garde-Artillerie-Kapitain Philosoffov, gedeckt von 2 Kompagnien des Kabardirischen Infanterie-Regiments, in der Nacht ihr Feuer gegen die Festung eröffneten.

Der erste Tag — der 25ste September.

In den Gärten der Vorstadt wurden, von 350 Mann, 436 Schanzkörbe und 18 Faschinen angefertigt.

Gleichzeitig mit der Mortier-Batterie auf Muchanat-Tapa war auf dem rechten Flügel des projektirten Angriffs, an einem gedeckten Orte in der Vorstadt, auf der Anhöhe D mit 100 Arbeitern eine

---

*) 1 Pud = 40 Pfund Russisch = 35 Pfund Preußisch.

zweite Mortier-Batterie E, zu 4 zweipudigen Mortieren, hinter einer kleinen Mauer gebaut worden, welche noch mit einer Reihe von Schanzkörben gekrönt wurde. Diese Batterie eröffnete gegen Abend unter dem Befehle des Garde-Artillerie-Capitain Philosoffov ihr Feuer.

Diese Verlegung der Mortiere ward aber um so nothwendiger, als durch die, der weiten Entfernung wegen erforderlichen, stärkern Ladungen, die Mortierklötze Gefahr liefen, in kurzer Zeit zu zerbrechen.

Der Garde-Oberst Gillenschmidt*) hatte die, über 300 Sashen**) von der Festung entfernte, Anhöhe D recognoscirt und dieselbe sehr geeignet zur Placirung von Demontirbatterien gefunden, unter deren Schutz man mit Vortheil die Angriffs-Trancheen eröffnen konnte.

Gegen Abend kam auch der kommandirende General auf diese Anhöhe und befahl in der folgenden Nacht die Batterie zu etabliren.

Die zweite Nacht — zum 26sten September.

Auf der Anhöhe D, links neben der Mortier-Batterie, wurde eine Demontir-Batterie zu 6 Batteriegeschützen***) etablirt, welche unter Befehl des Artillerie-Capitain Sobolev mit Tages Anbruch ihr Feuer eröffneten.

Diese Arbeit, so wie die am vorigen Tage, führte der Tranchee-Major, Oberst-Lieutenant Pievzov, mit 190 Arbeitern aus, welche nur von Zeit zu Zeit von den Belagerten mit Kanonenkugeln beschossen wurden.

In dieser Nacht wurde die eine Hälfte des Benderschen Belagerungsparks nach dem rechten Flügel in das Tranchee-Depot, hinter der Anhöhe D, die andere Hälfte nach dem linken Flügel, an einen gegen alles Feuer der Festung gedeckten Sammelplatz F, geschickt, woselbst alle, von jenseit der Sanga herübergeschickten, Schanzkörbe und Faschinen aufgestapelt waren.

Der Bau der Batterien geschah bei dieser Belagerung nach der, auch vor Sardar-Abad angewendeten Methode, und konnte daher auch in einer Nacht vollendet werden, nämlich in folgender Art: Auf

---

*) Gegenwärtig General-Lieutenant und Chef der Artillerie der activen Armee.

**) 1 Sashen = 5′ 8″ 2‴ Preuß. Duodec. Maaß.

***) Batteriegeschütze heißen die 12pfündigen Kanonen und halbpudigen Einhörner.

die Linie der innern Brustwehrböschung wurde eine Reihe Schanzkörbe mit Beachtung der, für die Schießscharten erforderlichen Räume aufgesetzt, die Schartenbacken wurden durch die Aufstellung von 4 Schanzkörben markirt, und hierauf der innere Raum der Batterie um 3' vertieft, indem die hierzu ausgehobene Erde auf die Brustwehr aufgeschüttet wurde.

Demnach waren diese Batterien in die Tranchee selbst gelegt und zur Hälfte unter dem Horizont des Terrains eingeschnitten. Während dem Traciren der Parallele wurde die Stelle, wo die Batterie etablirt werden sollte, an der innern Brustwehrböschung mit der flüchtigen Sappe markirt.

Der zweite Tag — 26ste September.

295 Arbeiter fertigten 40 Batterie-Schanzkörbe, 550 Sappenkörbe und 120 achtfüßige Faschinen.

Die Batterie auf der Anhöhe in **D** wirkte mit vielem Erfolg, indem sie Schießscharten und Häuser in der Stadt zerstörte.

Die dritte Nacht — zum 27sten September.

Um 3 Uhr Nachmittags rückte die, zur Eröffnung der Tranchee bestimmte, Bedeckung aus dem Lager. Ein Theil derselben sammelte sich auf dem rechten Flügel bei dem Tranchee-Depot, im ersten Garten hinter der Anhöhe **D**, der andere Theil auf dem linken Flügel, hinter der Aufstellung des Belagerungsparkes bei **F.** Nachdem hier die Werkzeuge ausgetheilt und die Leute gehörig eingetheilt worden waren, gingen dieselben, nach völlig eingetretener Finsterniß, mit den gehörigen Abständen, zur Eröffnung der Trancheen vor, in welche zugleich 2 Batterien **G** auf dem linken Flügel etablirt wurden; 1) eine zu 6 Batterie-Einhörnern, von denen 5 bestimmt wurden, die östlichen Wälle zu enfiliren und die vorderen und hinteren Eckthürme zu demontiren, das 6te Geschütz aber sollte gegen den westlichen äußersten Thurm wirken. 2) Eine Mortierbatterie für 2 zweipudige Mortiere.

Die Parallele wurde bis über den Kirch-Bulag-Fluß fortgesetzt, indem sie an zwei Stellen, mittelst Faschinen-Brücken, über die Bewässerungskanäle geführt und jeder dieser Uebergänge durch Schanzkörbe gedeckt wurde. Die rechte Flanke der ersten Parallele wurde,

gegen das Projekt, etwas weiter vorgeschoben, um eineu daselbst befindlichen niedergebrannten Backofen nebst Keller **H**, um welchen sich ein bedeutender Aufwurf befand, zu benutzen. Hier wurde eine Batterie für vier 24pfündige Kanonen und zwei einpudige Einhörner etablirt, um die südöstliche Spitze der Festung und die, an dieselbe anstoßende, Kurtine zu beschießen, so wie für 6 leichte Geschütze, die nach Umständen gebraucht werden sollten, daher auf verschiedenen Punkten **I** aufgestellt wurden und auch im Laufe der Belagerung noch ihre Stellung veränderten.

Die Trancheen wurden in der Richtung des Kirch-Bulag-Flüßchens bis zur Verbindung mit der Parallele des linken Flügels fortgeführt.

Bald nach Eröffnung dieser Arbeiten wurden dieselben von den General-Lieutenants Krassowsky und Graf Suchtelen besichtigt, vor Anbruch des Tages aber die Geschütze auf ihre Plätze gebracht, mit Ausnahme von 6 Belagerungsgeschützen auf dem rechten Flügel und 2 Mortieren auf dem linken, für welche noch keine Bettungen gestreckt waren.

Die 6 Einhörner des linken Flügels befehligte der Capitain Zebrikov, die 6 des rechten Flügels Oberst-Lieutenant Bucharin, die 6 leichten Geschütze Oberst-Lieutenant Ilginski, die gesammte Artillerie in den Trancheen der Garde-Oberst Gillenschmidt. Der Chef der Artillerie General-Major Ourtellier war sehr häufig in den Trancheen anwesend.

Zur Verbindung der Parallele mit dem Tranchee-Depot wurde eine Communikations-Tranchee bis zur Gartenmauer geführt.

Die Arbeiter des linken Flügels beaufsichtigte der Garde-Lieutenant Buchmeyer, dem der Lieutenant Widiniktov, der Unter-Lieutenant Kompaneïski und der Fähnrich Wilde, nebst 180 Arbeitern, untergeordnet waren.

Das Tracee und die Arbeiten auf dem rechten Flügel beaufsichtigte der Ingenieur-Oberst Litov. Letztere waren folgender Gestalt vertheilt: Der Stabs-Capitain Seraffimowitsch baute die Batterie zu 4 Belagerungsgeschützen, Lieutenant Scheffler eine zu 8 Batteriegeschützen. Die Fähnrichs Pochwisnev und Karmanov waren ihnen beigegeben. Die Parallele wurde unter Aufsicht des Stabs-Capitains

Iwanov, Lieutenant Irrmann und Fähnrich Piskalov; die Communikations-Tranchee unter dem Lieutenant Schmidt, nebst den Fähnrichs Netschäjev und Proskurjakov, welche in den folgenden Tagen durch den Lieutenant Dansas mit seinen Kompagnie-Officieren abgelöst wurden. 435 Arbeiter wurden hier beschäftigt.

Zur Deckung war das combinirte Garde-Regiment unter dem Garde-Oberst Schipov bestimmt. Der projektirte Trancheebau wurde demselben zeitgemäß erst an Ort und Stelle mitgetheilt. Demgemäß schob er, mit der Dämmerung, eine Schützenkette vor die Linie der Arbeiter und stellte hinter dieselben auf dem linken Flügel noch eine besondere Reserve.

Um die Aufmerksamkeit von dem wirklichen Angriffspunkte abzuziehen, wurde gleichzeitig ein falscher Angriff, von der Seite des Heraclius Berges **K** her, mit 2 Kompagnien des Kabardinschen Regiments gemacht, welche, nachdem sie die verdeckten feindlichen Posten geworfen hatten, diesen Berg besetzten.

Einige Stunden nach Beginn der Arbeit, ging jedoch der Mond auf und sogleich eröffnete der Feind ein heftiges Kartätsch- und Kleingewehrfeuer, welches unsere Batterien von der Anhöhe **D** beantworteten, jedoch dasselbe, namentlich auf der Südseite der Festung, nicht zum Schweigen bringen konnten, so daß die Arbeiter und Bedeckungs-Mannschaften des linken Flügels dadurch einigen Verlust erlitten.

Als später die Geschütze in die Batterie des rechten Flügels gebracht wurden, wurde das Falkonet- und Kleingewehrfeuer der Belagerten noch stärker, besonders in der Richtung der steinernen Brücke gegen den Kirch-Bulag, über welche die Geschütze herübergeschafft wurden. Diesem Feuer antwortete jedoch die Batterie **D** unermüdlich.

Der dritte Tag — 27ste September.

An diesem Tage wurde der Oberst Gurko vom Quartiermeisterstabe zum permanenten Tranchee-Major ernannt und die Arbeit in den Trancheen vom kommandirenden General selbst besichtigt.

325 Arbeiter fertigten 415 Sappenkörbe, 30 Schanzkörbe und 180 6- bis 8füßige Faschinen.

Trancheen und Batterien wurden auf das vorschriftsmäßige Profil gebracht. Da der kommandirende General befohlen hatte, daß die

projektirte Verlängerung der Communikation des rechten Flügels in der folgenden Nacht, die des linken Flügels am Tage fortgesetzt werden sollte, so wurde mit der flüchtigen Sappe gearbeitet und dazu wurden Sappenkörbe angewendet (360 Arbeiter).

Die Batterie auf der Anhöhe **D** wurde durch 2 Einhörner verstärkt, für die jedoch die Epaulements noch fehlten. Die Batterien auf beiden Flügeln der Parallele, welche mit Tages Anbruch ihr Feuer eröffneten, schossen den ganzen Tag hindurch mit großem Erfolg und kämmten an dem südöstlichen Thurme der Festung den obern, die Geschütze und die Schützen deckenden, Theil des Walles ab.

Die vierte Nacht — zum 28sten September.

Auf dem linken Flügel wurden Bettungen für 2 Mortiere gestreckt, welche, schon vor Tages Anbruch aufgestellt, alsbald ihr Feuer eröffneten. Am folgenden Tage wurde die Tranchee rechts durch ein Logement erweitert, eine Pulverkammer erbaut und den Batterien und Trancheen das gehörige Profil gegeben, so wie die Kommunikation mit dem gegen das Geschützfeuer gedeckten Punkt, wo ein Theil des Bendeschen Belagerungsparks stand, vollendet. (340 Arbeiter.)

Auf dem rechten Flügel wurden Bettungen für Belagerungsgeschütz gestreckt, welche ebenfalls noch vor Tages Anbruch aufgestellt wurden und mit dem nächsten Morgen in Thätigkeit treten konnten. Der Artillerie-Lieutenant Gillenschmidt befehligte dieselben. Zur Unterbringung der Munition wurde hier der, bei dem niedergebrannten Backofen **H** befindliche, Keller benutzt. Die Batterie und die Tranchee erhielten das vorschriftsmäßige Profil, auch wurde die, noch bei Tage angefangene, Communikation, links der Anhöhe **D**, am Fuß derselben, beendigt. (255 Arbeiter.)

Zur Deckung dieser Arbeiten war das 7te Karabiner-Regiment unter Oberst Frederiks bestimmt.

Der Feind unterhielt Tag und Nacht ein lebhaftes Feuer, namentlich Kleingewehrfeuer. Nach Maaßgabe als die Schießscharten aber in dem Thurme ruinirt wurden, hörte dessen Feuer auf, indem man nur die noch einzig vortheilhafte Gelegenheit zur Wiedereröffnung desselben zur Nachtzeit abwartete, und sogleich zur Ausbesserung der

Schießscharten und Brustwehren mit Faschinen, Ziegelsteinen und Lehm, ungeachtet unseres Kartätschfeuers, schritt.

Vierter Tag — den 28sten September.

An diesem Tage wurde der General-Major Fürst Bagration zum Dejour-General in der Tranchee ernannt.

250 Arbeiter fertigten 148 Batterie-Schanzkörbe, 72 Sappenkörbe und 280 kleine Faschinen. 310 Arbeiter wurden in den Trancheen verwendet.

Durch die Wirkungen der Artillerie des rechten Flügels wurde ein bedeutender Erfolg erlangt. Die Kurtine des Hauptwalles und der östlichen Vorwerke, welche an die südöstlichen Eckthürme anstießen, wurden, so wie die letztern selbst, völlig zerstört, so daß die heruntergeschossenen Lehmziegel am Fuße der Wälle einen Aufwurf bildeten. Die östliche Hälfte des südlichen Haupt-Festungswalles wurde durch diese Zerstörung in der Direction unseres rechten Flügels in den Rücken genommen. Die Artillerie des linken Flügels hatte gleich zu Anfang die Thürme der südlichen Thore dieser Front zerstört. Endlich wurden 5 Geschütze ausschließlich gegen den obern und äußern Theil der südöstlichen Thürme gerichtet, welche, nach der Anzahl der Schüsse zu urtheilen, außerordentliche Wirkung hervorbrachten.

Der Feind schoß hartnäckig aus Falkonets und Kleingewehr; seine Artillerie dagegen stellte, besonders am Tage, ihr Feuer fast gänzlich ein, ausgenommen ein Geschütz am Fuße eines südwestlichen Thurmes und ein anderes in einer Flasche vor dem südlichen Thurme, so wie einige Geschütze in dem Thurme am nördlichen Ende der östlichen Mauer. Doch eröffnete der Feind öfters, nach einem trügerischen Schweigen, wieder ein Kugel- und Kartätschfeuer auf unsere Arbeiter, und setzte auf ähnliche Weise seine Vertheidigung bis zur Uebergabe der Festung fort.

Die fünfte Nacht — zum 29sten September.

Es wurde auf dem linken und rechten Flügel gegen die Festung mit der flüchtigen Sappe vorgegangen. Auf dem linken Flügel stieß man jedoch, nachdem man 45 Saſhen weit vorgerückt war, auf eine, durch Quellen und Bewässerungsgräben überschwemmte Stelle, vor

welcher jedoch weiter links, wie man wohl annehmen konnte, steiniges Erdreich lag. Hinter der Parallele wurde eine Batterie L für 4 Geschütze erbaut, gegen eine Flanke, welche den angegriffenen Theil der östlichen Mauer vertheidigte, doch wurde diese Batterie in der Folge nicht armirt. (445 Arbeiter.)

Auf dem rechten Flügel rückte die flüchtige Sappe 50 Sashen weiter vor. Gleichzeitig wurde neben demselben eine Batterie M für 6 Batteriegeschütze zur Demontirung der, den angegriffenen Theil der östlichen Mauer vertheidigenden, Flanke erbaut, welche noch eine Schießscharte erhielt, um gegen die Geschütze in der linken Flanke der Flesche und gegen die südlichen Thore der Festung zu wirken. Diese Batterie wurde nur aus Schanzkörben erbaut, ohne sie in die Erde einzuschneiden, und obgleich die Brustwehr noch nicht die gehörige Dicke erhalten hatte, wurden doch sogleich 6 Batteriegeschütze unter dem Befehl des Oberst-Lieutenant Buchärin mit Tages Anbruch in die Batterie gebracht. (265 Arbeiter.)

Zur Deckung dieser Arbeiten war das Schirwansche Infanterie-Regiment unter dem Befehl des Obersten Benkowski bestimmt.

In dieser Nacht wurden zum erstenmal 6pfündige Coehornsche Mortiere in der Batterie des rechten Flügels der Parallele verwendet, von denen ein großer Theil der Granaten über dem Hauptwall der Festung hinweg geworfen wurde, was den, für solche Gelegenheiten geeigneten, Gebrauch dieser Geschütze genügend bewies.

Der fünfte Tag — den 29sten September.

General-Major Fürst Bägration wurde durch den General-Major Merlini abgelöst.

815 Arbeiter fertigten 309 Schanzkörbe, 1547 Sappenkörbe, 652 Faschinen und 300 Reisbündel.

Die Approchen rückten mit der bedeckten Sappe vor. Auf dem linken Flügel wurde wegen der Ueberschwemmung eine Wendung von 15 Sashen auf steinigen Abhängen gemacht, die fertige Sappe in Tranchee verwandelt und die Brustwehrkrone mit Erdsäcken besetzt.

Die sechste Nacht — zum 30sten September.

Die Approchen wurden auf beiden Flügeln mit der bedeckten oder, nach Umständen, mit der flüchtigen Sappe fortgeführt. Auf dem lin-

ken Flügel wurde die Sappe, nach der oben bezeichneten Strecke von 15 Saſhen, wieder in der erſten Richtung fortgeführt, doch war man nach einer Länge von 40 Saſhen abermals durch eine überſchwemmte Stelle genöthigt, links auszubiegen. Die fertige Sappe wurde jederzeit ſogleich zum Laufgraben erweitert und die Bruſtwehr mit Erdſäcken couronnirt. (230 Arbeiter.)

Auf dem rechten Flügel wurde die Approche in einer und derſelben Richtung, theils mit der bedeckten, theils nach Umſtänden mit der flüchtigen Sappe 35 Saſhen weit fortgeführt. (180 Arbeiter.)

Zur Bedeckung war das 39ſte Jäger-Regiment unter dem Befehl des Oberſten Rajenki beſtimmt.

Zur Vertreibung der Einwohner und der Garniſon von den Punkten, wo ſie ſich gegen unſer Feuer ſicherten, ſo wie um gegen den weſtlichen Thurm in dem ſüdlichen Walle zu wirken, wurde auf dem Heraklius-Berge K eine Batterie von 6 leichten Geſchützen, unter dem Kommando des Capitain Küsnezov, etablirt, welche am folgenden Morgen ſchon ihr Feuer gegen die Feſtung mit großem Erfolg eröffnete.

Der Feind feuerte aus der, den ſüdlichen Thoren der Feſtung gegenüber liegenden, Fleſche häufig mit Kartätſchen und kleinem Gewehr, welches von der Batterie des Oberſt-Lieutenant Buchârin auf das Kräftigſte erwiedert und zum Schweigen gebracht wurde.

Der ſechste Tag — 30 September.

General-Major Merlini wurde vom General-Major Läntiev abgelöſt.

Auf beiden Flügeln rückten die Approſchen mit der bedeckten Sappe weiter vor, welche in der oben beſchriebenen Art ſtets ſofort zu Laufgräben erweitert wurde.

Bald nach 12 Uhr Mittags erſchien plötzlich in der Tranchee ein, von Aſſan Chan an den kommandirenden General abgeſendeter Parlamentair mit ſchriftlichen Vorſchlägen zu einem Waffenſtillſtande von ſo langer Dauer, als Zeit erforderlich ſein würde, um von Abas Mirſa eine Entſcheidung über die Uebergabe der Feſtung erhalten zu können.

Der kommandirende General befand sich gerade neben der Batterie des Kapitain Sóbolev, an einem völlig freien Punkte, wo wir Zeuge eines, bei allen diesen Belagerungen noch nicht gesehenen Schauspiels wurden.

Aus der Festung wurde um diese Zeit nämlich, von mehreren Punkten aus, ein starkes und anhaltendes Feuer auf unsere Sappe eröffnet, welches unsere Schützen, hinter Erdsäcken liegend, kräftig erwiederten. Gleichzeitig wurde aber auch aus einem Thurme ein Falkonet auf den kommandirenden General und den neben ihm stehenden Parlamentair gerichtet. Die Kugeln flogen indessen größtentheils viel weiter. Bei dieser Gelegenheit bemerkte man aber dagegen desto mehr die Genauigkeit der Schüsse aus der Batterie des Kapitain Sobolev, indem man sehr bald außer den sogenannten Breschen und anderen bedeutenden Beschädigungen der Wälle, eine so völlige Zerstörung der Brustwehren gewahr wurde, daß man die hier stehenden Geschütze, eben so wie die in der Flesche auf der Südfront, als zum Schweigen gebracht betrachten mußte. Die Hälfte dieser Front wurde durch die Bresche in den Rücken genommen. Die größte Zerstörung bestand aber in dem völligen Abkämmen des Haupt- und Vorwalles an den Thürmen, so wie des südöstlichen Saillants auf der Ostfront, mit Einschluß desjenigen Theils der Festung, welchen ein kleiner Winkel des Walles mit den Eckthürmen flankirte.

Im Allgemeinen war der untere Wall noch mehr beschädigt als der obere; bei beiden war aber die, durch die herabrollenden Theile des Walles entstandene, Aufschüttung von Erde an mehreren Punkten, besonders neben dem Thurme an der Festungsspitze, bedeutend genug, um einen Aufgang für neun Mann in Front zu gestatten. Uebrigens war eine wirkliche Bresche, durch welche man mittelst der Sappe vorrücken konnte, in so kurzer Zeit und bei so großer Entfernung der Geschütze von der Festung herzustellen unmöglich. Die starke untere Hälfte des Walles stand noch überall, der Fuß des Hauptwalles aber war durch eine Vormauer gedeckt, welche ihrer Seits ihren Fuß auf der Grabensohle hatte, und daher durch die Contre-Escarpe gedeckt ward.

Bei dieser Gelegenheit wurde die geringe Wirksamkeit des Horizontalfeuers der einpudigen Bomben und der Granaten, und die nicht

geringe Gefahr des Zerspringens derselben für die Belagerer bemerkbar: denn nicht selten flogen die Stücke der Bomben auf mehr als 200 Sashen zurück, ja die Stücke der zweipudigen Bomben kamen sogar aus dem Innern der Festung über den Hauptwall in die Trancheen zurück.

Es wurde vorgeschlagen in der folgenden Nacht die Approschen in Gestalt von Halbparallelen zu schließen; der kommandirende General beschleunigte jedoch um Mittag schon die Arbeit durch seine persönlichen Anordnungen, indem er, das ungewöhnliche gänzliche Stillschweigen des Feindes benutzend, die Arbeiter aus den übrigen Theilen der Trancheen zusammennahm und mit außerordentlicher Schnelligkeit noch bis zur Abenddämmerung die Halbparallelen fast auf ihrer ganzen Ausdehnung vollendete. Nur ein Theil derselben auf dem linken Flügel, welcher durch das überschwemmte Feld geführt ward, wurde mit Schanzkörben tracirt. (306 Arbeiter.)

Der Feind hatte am Morgen auf der Mitte des Ostwalles der Festung das Feuer eröffnet, und aus einem Mortier gegen unsere Haupt-Batterie des rechten Flügels und die Kommunikation geworfen; ein Theil der Bomben war jedoch hoch über unseren Arbeitern crepirt, die übrigen waren weit darüber hinaus geflogen. Nach 6 oder 8 Würfen ward dieser Mortier jedoch, mit 4 Würfen aus der Mortier-Batterie des Capitain Philosoffov, zum Schweigen gebracht.

Die siebente Nacht — zum 1sten October.

In Gegenwart des kommandirenden Generals des General-Lieutenants Krassowski und des Grafen Suchtelen, welche in der Halbparallele da, wo dieselbe bis auf 40 Sashen an die Contre-Escarpe der Festung hervortrat, den völligen Eintritt der Nacht erwartet hatten, wurde jetzt ein Durchbruch aus der Parallele gemacht, indem senkrecht auf die Kapitale der Festung 4 Schanzkörbe eingesetzt und in die Erde eingeschnitten wurden. Hierauf gingen die Pioniere und Arbeiter 20 Sashen auf der Kapitale vor, indem sie vor sich eine Bedeckung von 48 Schützen nebst 2 Officieren des combinirten Garde-Regiments, unter dem Befehl des Garde-Obersten Schkpov, vorausschickten. Auf dieser Stelle wurde mit der flüchtigen Sappe eine Traverse mit Boyaux tracirt, so wie eine gerade doppelte Traversen-

Sappe zur Parallele zurückgeführt. Bei dieser Gelegenheit erhielt der Gemeine Doróchov des Nishegorodschen Dragoner-Regiments, welcher den zurückgelegten Raum abschritt, durch ein Granatstück eine Kontusion auf der Brust. Da aber die Bedeckung sich während dem zu beiden Seiten auf der Contre-Escarpe der Festung ausgebreitet hatte, so gingen jetzt zwei Arbeiterabtheilungen auf dem Glacis zum Couronnement der Contre-Escarpe vor, breiteten sich links und rechts aus, und fingen sogleich an, die Schanzkörbe auf der Krone des Glacis U selbst aufzusetzen, da bei der Unregelmäßigkeit der Gestalt derselben noch die gehörige Breite übrig blieb, um die erforderliche Brustwehr aufzuwerfen. Noch war jedoch die Trace der erstern nicht vollendet, als — ungeachtet des Feuers unsere Artillerie auf beiden Flügeln des Angriffs (welche den Befehl hatte, mit Kugeln zu schießen, um unsere Arbeiten nicht durch die Granatstücke zu beschädigen), und gegen die Gewohnheit der Perser, ihre Wälle während des Feuers unserer Artillerie nicht zu erhellen, — fast in einem Augenblick alle Wälle der Festung in hellem Feuer erglänzten und gleichzeitig die Belagerten ein heftiges Kartätschen- und Kleingewehrfeuer eröffneten, wie man es wahrscheinlich seit der Zeit des vom Grafen Gudówitsch unternommenen Sturmes, in jener Gegend nicht gesehen hatte, namentlich aber an allen denjenigen Punkten, an welchen wir das Kanonenfeuer ganz gewiß für gänzlich vertilgt hielten. Ohne Zweifel hatten die Perser diesmal einen allgemeinen Angriff mit der blanken Waffe erwartet, und deshalb auf der ganzen Linie der Werke ein so heftiges Feuer eröffnet. Bald hierauf kehrten auch Arbeiter und Bedeckung in die Halbparallele zurück, nachdem sie jedoch die Schanzkörbe noch aufgestellt hatten.

Unsere Batterien verdoppelten jetzt ihr Feuer und auch die Bedeckung eröffnete ein heftiges Gewehrfeuer, mit welchem sich gleichzeitig das Feuer aus dem vorhandenen Coehornschen Mortiere vereinigte. Der kommandirende General verließ jedoch die Halbparallele erst, nachdem später, auf Veranlassung unserer Schützen, das Feuer aus der Festung aufgehört hatte. Unterdessen waren aber, nachdem der Mond aufgegangen war, wiederum zwei Abtheilungen Sappeurs in derselben Richtung, in welcher man einige Stunden zuvor die flüchtige Sappe versucht hatte, mit der doppelten bedeckten Sappe

10 Saschen weit vorgegangen. Obgleich das Etabliren unserer Schanzkörbe auf der Contre-Escarpe der Festung zwar den Unternehmungsgeist unserer Pioniere dargethan hatte, so versicherte ich mich doch zuerst des Vortheils, uns am Fuße des hier besonders steilen, sehr wenig von den Festungswerken eingesehenen, Glacis zu logiren, was ich mit der bedeckten Sappe um so mehr unverzüglich ausführen wollte, als bei der geringen Breite des Glacis, von diesem Logement aus, die Eröffnung einer Minen-Gallerie zur Sprengung der Contre-Escarpe keine langwierige Arbeit erforderte.

Beim Couronnement des Glacis waren auf dem rechten Flügel der Ingenieur-Stabs-Capitain Seraffimowitsch, auf dem linken der Garde-Lieutenant Buchmeyer und im Ganzen 910 Arbeiter beschäftigt.

Die Bedeckung bestand aus dem combinirten Garde-Regiment unter dem Garde-Obersten Schipov.

Der siebente Tag — der 1ste October.

Am Morgen dieses Tages erschienen plötzlich auf den Breschen der Festungswälle viele Leute, welche mit weißen Tüchern winkten. Nachdem unsere Batterien hierauf ihr Feuer eingestellt hatten, wurde ihnen bedeutet, sich zu nähern und alsbald stürzten ganze Haufen von Einwohnern und Soldaten aus den Breschen, durch den Graben, auf unsere Trancheen los, während andere durch die südlichen Thore durch den Graben herausströmten. Unsere Tranchee-Wachen nahmen hierauf sogleich Besitz von der Bresche, der General-Lieutenant Krasowski aber besetzte mit einigen Bataillonen die äußeren nördlichen Thore, und drang bis zu den innern, im Hauptwall befindlichen, vor, welche während dem Bombardement der Zufluchtsort Assan-Chans gewesen waren, fand dieselben jedoch verschlossen.

Auf die Aufforderung, die Thore zu öffnen, erfolgte als Antwort durch dieselben Gewehrfeuer, obgleich zu derselben Zeit die, auf den Wällen versammelten, Einwohner alle möglichen Zeichen der Freundschaft machten. Nach 10 Minuten gelang es jedoch, die Thore zu öffnen. Unterdessen war Assan Chan mit seinen Getreuen geflohen und hatte sich versteckt, doch bald ward er sowohl, als der Kommandant, nebst drei anderen Paschas aufgefunden, und eben so auch nach und nach, in den Häusern, die ganze Garnison.

In

In der Festung fanden die Sieger, außer einer bedeutenden Menge von Kriegsmaterial, auch einen ziemlichen Vorrath von Proviant.

Das Einstellen des Feuers am Abend des 30sten Septembers war aber wahrscheinlich durch einen Aufruhr der Garnison entstanden, welchen Assan Chan nur dadurch stillte, daß er eigenhändig einige der Empörer niederstieß. Demungeachtet aber hatte am folgenden Tage ein bedeutender Theil der Garnison, im Einverständniß mit den Einwohnern, gegen den Willen des Paschas durch eigenmächtiges Uebergehen auf unsere Seite, der Vertheidigung ein Ende gemacht.

Unser Verlust während der ganzen Belagerung betrug an Todten und Verwundeten 52 Mann, inclusive 2 verwundeter und 1 getödtetern Officiers.

Bei genauer Besichtigung der Festung ergab es sich, daß das Wasser in den Gräben so seicht war, daß man dasselbe durchwaten konnte, und zwar reichte es an der Südostspitze sogar nur bis zum Knie.

Im Innern der Festung waren die Vertheidigungsmittel weniger ruinirt, als es von Außen den Anschein hatte. Die Geschütze waren nicht zerschossen, sondern nur von den Scharten zurückgezogen; doch hatten dieselben zum Theil sehr schlechte Laffeten, theils wohl auch englische, welche jedoch durch die Nachlässigkeit der Artilleristen viel gelitten hatten. Aus Mortieren hatten die Belagerten nicht geworfen, weil dieselben sich in einem zu schlechten Zustande befanden.

Von dem Tage der Einnahme von Eriwan an, gingen in den Ansichten der Einwohner bedeutende Veränderungen vor. Bis dahin hatten dieselben nämlich die Macht Rußlands für nachdrucksIos und nur auf die vergänglichen Vortheile einiger Siege im freien Felde begründet gehalten, die sich durch die Anstrengungen gegen die unüberwindlichen Mauern Eriwans jedoch bald zerschellen würde. Jetzt aber hatten sie sich deutlich von der Ueberlegenheit der russischen Waffen überzeugt, so daß sie nun anfingen, Zutrauen zu dem Schutze Rußlands zu fassen. Kaum hatte sich die Stadt der Macht des erhabenen Monarchen Rußlands ergeben, als auch schon das Volk von allen Seiten herbeiströmte, und in kurzer Zeit waren die weitläufigen Vorstädte wieder angebaut. Eben so füllten sich die noch unlängst völlig verödeten Dörfer der Provinz bald wieder mit Menschen. Früher

hatten unsere Truppen auf ihren Märschen nur ein von den Einwohnern verlassenes Land gefunden, jetzt glich ihr Marsch von Eriwan nach Nachitschewan und weiter nach Tauris einem siegreichen Triumphzuge. Ueberall kamen die Einwohner dem kommandirenden General mit Geschenken entgegen und die Städte öffneten ihm freiwillig ihre Thore.

Erklärung der Zeichnung.

A. Karavan-Sarai oder Kaufhaus.
B. Moschee.
C. Sommerwohnung und Garten des Sardar.
D. Die Anhöhe, welche die gegenüber liegenden Wälle der Stadt beherrscht und auf deren Abhang am 25sten September die Batterie zu 4 Mortieren und für 6 leichte Geschütze erbaut wurde.
E. Batterie von 4 zweipüdigen Mortieren.
F. Punkt, bis zu welchem man, unter dem Schutze der Anhöhe, gedeckt gegen das Feuer der Festung vorgehen konnte.
G. Demontir- und Mortier-Batterie mit einem Geschütz gegen den südöstlichen äußersten Thurm der Festung.
H. Niedergebrannter Backofen.
I. 6 leichte Geschütze, welche die Schießscharten der Festung beschossen.
K. Berge des Kaiser Heraklius, auf welchen in der Nacht zum 30sten September eine Batterie von 6 leichten Geschützen etablirt wurde.
L. Enfilir-Batterie, welche nicht armirt wurde.
M. Demontir-Batterie, welche gegen die gegenüberliegende Flanke der Festung, und mit einem Geschütz gegen das Festungsgeschütz auf dem linken Flügel der vor den südlichen Thoren gelegenen Flesche gerichtet war.
N. Getreide-Magazine.
O. Pulverkeller.
P. Armenische Kirche St. Georg.
Q. Bedeckte Gänge zum Fluß.
R. Wohnung des Sardar.

S. Mühlen, deren früher viel mehr waren, als der Plan angiebt. Sie waren jedoch zerstört worden. Dieselben erhielten ihr Wasser aus der Sanga.

T. Defensions-Thürme und steinerne Brücke über die Sanga.

U. V. W. Couronnement des Glacis und Verbindung von demselben zum **Place d'armes**, welches in der Nacht zum 1sten October mittels der flüchtigen Sappe etablirt wurde.

X. Zinianov's Berg.

VIII.

Erstürmung der Bergfeste Ahulgo, durch die Russen am 21sten und 22sten August 1839.

Nebst einer Zeichnung auf Tafel 1 *).

Wirft man einen Blick auf die Karte vom Kaukasus, so wird man an den nordöstlichen Ausgängen dieses Gebirges den Fluß Sulack finden, der sich ins Caspische Meer ergießt, nachdem er aus der Verbindung zweier Bergströme, der Andischen und Awarischen Koissu, entstanden ist. — In dem Winkel, den diese beiden Bergströme bilden, liegt das Land der Koissubulia, einer zum Stamme der Lesghier gehörenden Völkerschaft. — Das Land bietet in verworrenen, zerrissenen Massen die reichste Abwechselung von steilen Felsen mit tief eingeschnittenen Thälern und bodenlosen Abgründen dar, und fällt hart auf den Flußufern in schroffen Wänden ab, die mitunter eine Höhe von einigen tausend Fuß erreichen.

Der Boden ist durchgängig arid und mit Steingerölle und Felszacken bedeckt, aber der Jahrhunderte lang fortgesetzte Fleiß der Be-

---

*) Nach den nach der Natur aufgenommenen Zeichnungen und unter Aufsicht des Russischen Oberst v. Schulz wurde im Jahre 1840 in Berlin ein ausgezeichnet schönes Modell von Ahulgo nebst Umgegend durch den Maler J. C. Schall und den Modell-Inspector Kettlitz ausgeführt. Die anliegende Zeichnung ist nach diesem Modell aufgenommen und die Beschreibung ist nach den Angaben des Obersten v. Schulz zusammengetragen.

D. Red.

wohner hat, unterstützt von dem trefflichen Clima und dem Wasserreichthume des Gebirges, die starren Felswände in blühende Terrassen verwandelt. Jedes Dorf liegt in einem reichen Garten und ganze Waldungen von Wallnuß-, Pfirsichen-, Aprikosenbäumen und Wein füllen die Thäler und ziehen sich gegen die Höhen hinan.

Die Sicherheit, welche die unübersteiglich scheinenden Felsen darboten, lud die Völker des Kaukasus vorlängst schon ein, sich hier zahlreichst anzubauen, und das feste Dorf Aschilta, das von den Truppen der Expedition am 10ten Juni 1839 eingenommen wurde, konnte allein 2—3000 Bewaffnete ins Feld stellen.

Zwischen dem Dorfe Aschilta und der erwähnten Mündung der Awarischen in die Andische Koissu, eine halbe (deutsche) Meile von jedem dieser Punkte entfernt, auf dem rechten Hochufer des Andischen Koissu und von einer starken Krümmung desselben umschlossen, liegt in nördlicher Richtung von Aschilta. Die in den Annalen des Bergkrieges berühmt gewordene Feste Ahulgo war seit langen Jahren die Hauptfestung der Müriden, eines geistlichen Ritterordens im Kaukasus, der am besten mit dem Maltheserorden der christlichen Völker verglichen werden kann. Sie gehören zur eifrigsten Secte des Mohamedglaubens und nehmen nur nach strengem Noviziat neue Mitglieder auf. Die ersten Grundsätze des Ordens sind: nie die Waffen zu strekken und Todtfeinde der Christen zu sein.

Ahulgo besteht aus 3 Hauptpunkten: Alt-Ahulgo, Neu-Ahulgo und dem Bergschlosse Surhai (siehe Tafel 1.). Alt-Ahulgo war seit längerer Zeit schon befestigt. Der Anführer der Lesghischen Müriden, Schamill, verstärkte diesen Punkt und befestigte auch Neu-Ahulgo. Das Bergschloß war von Surhai, dem Mullah von Aschilta, angelegt und nach ihm benannt worden.

Alt-Ahulgo liegt auf einem 800 Fuß hohen Auslauf des Gebirges, gleichsam einem Steinblocke, mit perpendikulären Seitenflächen und einer Oberfläche von 10- bis 12000 □Ruthen. Im Westen und Norden strömt der dreißig Fuß tiefe, reißende Koissu. Im Osten liegt Neu-Ahulgo, durch eine tiefe enge Schlucht getrennt, in welcher die Aschilta, nach vorhergegangener Vereinigung mit der Belitta, einen Weg zum Koissu gefunden hat. Im Süden ist Alt-Ahulgo durch eine Felsspalte von dem steilen, dachförmigen Gebirgskamme geschie-

den, der, die Krümmungen des Koissu bestimmend, sich zuerst von Süden nach Norden und dann in nordöstlicher Richtung hinabzieht.

Neu-Ahulgo etwas höher als Alt-Ahulgo und 3- bis 4mal größer, läuft nach Süden in eine schmale Spitze aus, die durch eine ähnliche Spalte, wie jene bei Alt-Ahulgo, von dem Surhai Berge getrennt ist. Auf der westlichen Seite verbindet eine kleine Brücke die beiden Ahulgo's, im Norden und Osten strömt der Koissu. Das Schloß Surhai liegt auf einem 2000 Fuß hohen steilen Pick, der aus Steinschichten sich aufthürmt, die terrassenförmig in schräger Richtung sich über einander erheben.

Diese drei Punkte sind nur von der Südseite auf drei schmalen Fußpfaden ersteiglich, die sich die Müriden in den Felsen gehauen haben. Der Fußsteig, der zu Alt-Ahulgo führt, läuft über den dachförmigen Gebirgskamm und durch jene enge Felsspalte hin, und ist für jeden andern als einen Lesghier unwegsam. Der zweite führt über die Spitze des Surhai-Berges nach Neu-Ahulgo, im Zickzack der Formation des Felsen folgend. Der dritte führt anfänglich im Flußbette der seichten Aschilta hin und theilt sich beim Eingange in die Schlucht in zwei Pfade: der erste geht hart an der Felsenwand von Alt-Ahulgo bis zur Brücke, der zweite windet sich nach Neu-Ahulgo hinauf.

Die Befestigungen, welche Schamill anlegte, waren hauptsächlich an den vorderen südlichen Spitzen der beiden Ahulgo's angebracht und bestanden in Gallerien und Thürmen, die nur wenig aus der verwitterten Oberfläche des Bodens emporragten und als Souterrains durch unterirdische Gänge mit einander in Verbindung standen. Die hinteren lagen durchgängig höher als die vorderen, um eine vielfache Feuerlinie zu erzielen. Die Gänge öffneten sich nach beiden Seiten gegen die Abgründe, um dem Pulverdampf einen Ausweg zu geben.

Außerdem hatte Schamill tiefe Laufgräben, theils offen, theils bedeckt, nach allen Richtungen einschneiden lassen. Hauptgräben liefen, der Länge nach, durch Alt- und Neu-Ahulgo, auch die Quergräben waren so angelegt, daß die hinteren die vorderen beherrschten. Die Befestigung an der Seite von Neu-Ahulgo hatte 2 Etagen und war die einzige, die nach einer wochenlang fortgesetzten Canonade ein wenig gelitten hatte, die übrigen waren fast gänzlich unversehrt

geblieben, obgleich man eine Unzahl von Kugelspuren wahrnehmen konnte.

Ahulgo wurde bald durch ganz Kaukasien bekannt, und diente jedem, der sich Christenmordes rühmen konnte, als Schutz- und Trutzort. Es schien den Bergvölkern eine Unmöglichkeit, daß diese Feste je eingenommen werden könnte, und diesem Glauben ist es beizumessen, daß Schamill eine so große Menge Müriden um sich versammeln konnte. Er ging jetzt mit Ernst daran, alle Lesghischen, dem russischen Scepter bereits unterworfenen, Stämme wieder aufzuwiegeln.

Demnach berief er im Frühling 1839 alle Müriden nach Ahulgo, schloß Bündnisse mit Taschaw-Hadji, dem Häuptlinge der Itschkerinzen, und sendete Boten an alle Lesghischen Stämme mit Versprechungen und Drohungen und so gelang es ihm, gegen 16000 bewaffnete Männer um sich zu versammeln.

Um sich ferner zu seinen Unternehmungen in Dagestan mehr Spielraum zu verschaffen, hatte er den Taschaw-Hedji bewogen, eine Diversion gegen die von den Russen besetzte Linie zu machen, und die Karabulacken und Kumücken zum Aufstande anzuregen. Die Wichtigkeit dieser Bewegungen in den Bergen bewog den General Grabbe, sich an die Spitze des Detaschements von 500 Mann zu stellen, welches am 9ten Mai 1839 bei der Festung Wnesapnoi, im Lande der Kumücken, marschfertig stand. Um die Linie zuvörderst sicher zu stellen, marschirte das Detaschement gegen die Itschkerinzen und Taschaw-Hedji, zerstörte seine Festungen, zerstreute seine Harden und verbrannte alle Dörfer, die mit den Rebellen gemeinschaftliche Sache machten. Taschaw-Hedji, aller Hülfe beraubt, floh über die schwarzen Berge und rettete nichts weiter als sein Leben. Das Detaschement wandte sich nach achttägigen Gefechten sofort gegen Schamill. In dem Lande der Solotofzer traf er beim festen Dorfe Benoi auf die Vortruppen Schamills. Das Dorf wurde mit Sturm genommen, und das Detaschement überstieg jetzt den Salatan, den, bis zu dieser Epoche sogenannten Jungfernberg, weil kein Eroberer ihn je zu besteigen gewagt hatte. Bei dem Dorfe Auguari auf der südlichen Abdachung des Salatan, auf dem Wege nach Ahulgo, hatte Schamill seine ganze Macht versammelt und bot eine Schlacht an. Sie war blutig und dauerte 2 Tage. Sie wird zu den größten Schlachten gezählt, die je

im Kaukasus vorgefallen sind. Am Abend des 2ten Tages waren die Hoffnungen Schamill's vernichtet, seine Bundesgenossen flohen theils in die Berge zurück, theils unterwarfen sie sich von neuem. Nur die Müriden blieben ihm treu. Schamill floh nach Ahulgo und schwur, sich hier bis zum Tode zu vertheidigen. 3000 Müriden waren bereit, sein Loos zu theilen, und schlossen sich mit ihm in Ahulgo ein.

Nach vierwöchentlichen Anstrengungen war das Bergschloß Surhai in Folge des dritten Sturmes endlich erobert worden, aber alle Angriffe auf Ahulgo selbst blieben ohne Erfolg. Man war daher gezwungen, zu den kräftigsten Maaßregeln zu schreiten. Neue Vorrichtungen wurden ersonnen, frische Truppen nnd Artillerie herbeigezogen, unter fortwährenden Kämpfen eine bedeutende Gallerie den Surhai-Berg hinab, bis in den Graben von Neu-Ahulgo geführt und die angefangene Parallele gegen Alt-Ahulgo ebenfalls bis hart an den Rand der Contre-Escarpe gezogen. Nach Beendigung dieser Arbeiten, die über 4 Wochen erfordert hatten, wurde am 21sten August ein abermaliger Sturm auf Neu-Ahulgo beschlossen.

Der Kampf begann mit Tages Anbruch, und wurde bis Mittag aufs Hartnäckigste fortgesetzt, wo man sich auf der Spitze von Neu-Ahulgo festgesetzt hatte. Das weitere Vordringen blieb fruchtlos. Eine sechsfache Feuerlinie der bis an die Zähne verschanzten Feinde war auf den einzig möglichen Zugang gerichtet, die feindlichen Gallerien, die terrassenförmig queer über die Spitze herüber liefen und bis an die Schießscharten eingegraben waren, trotzten durch ihre Festigkeit der Artillerie und allen anderen zu ihrer Zerstörung versuchten Mitteln. Endlich schritt man beim Beginn der Dunkelheit unter einem Kugelregen zu einer Mine, die bei Sonnenaufgang die vorderste unbezwingliche Gallerie in die Luft sprengen sollte. In derselben Nacht wurde das eingenommene Terrain zu einer Batterie für 4 Kanonen eingerichtet und durch eine Brustwehr gedeckt. 300 Schanzkörbe, eben so viel Faschinen und eine große Anzahl von Leitern wurden ebenfalls beigeschafft, um das begonnene Unternehmen auf jeden Fall am folgenden Tage zu beendigen.

Die zum Sturm bestimmten Truppen bestanden aus 7 Bataillonen Linientruppen und 1 Compagnie Sappeure; die Artillerie bestand aus 3- und 6Pfündern, die nebst einigen 10pfündigen Mörsern überall,

wo es thunlich war, aufgestellt wurden, aber eben deshalb nur eine untergeordnete Rolle spielten, da durch diese Zerstückelung die Einheit in der Wirkung verloren ging.

Die Truppen erhielten folgende Disposition: 3 Bataillone bildeten die Hauptcolonne und standen dicht hinter einander, das erste auf der eingenommenen Spitze von Neu-Ahulgo, die Sappeure hart an der feindlichen Gallerie. Das 4te Bataillon am Ufer der Koissu, rechts von der Hauptcolonne. Das 5te Bataillon am Zusammenfluß der Aschilta und Belilla, links an der Hauptcolonne. Diese beiden Bataillone hatten die Bestimmung, einen etwaigen Ausfall des Feindes, der, den früheren Erfahrungen gemäß, zu erwarten stand, zurückzuweisen. Das 5te Bataillon sollte erst dann vorrücken, wenn die Hauptcolonne bis zum Dorfe Neu-Ahulgo selbst gekommen wäre, welches an der nordöstlichen Spitze des zu erstürmenden Berges lag.

Das 6te und 7te Bataillon befand sich auf dem linken Ufer des Koissu. Die Hülfstruppen des Schamill von Tarky und des Scheiks von Mechtulien besetzten alle Felsenschluchten, durch welche ein Entweichen der Truppen von Schamill möglich schien.

Eine besondere Reserve stand hinter der Hauptcolonne auf einer Felsenplatte des Surhai-Berges.

Eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang war die Minengallerie bis an die vordere Wand der Gallerie vorgetrieben, und kaum hörte der Feind das unheimliche Hämmern und Schürfen unter seinen Füßen, als ihn ein panischer Schrecken ergriff. Aus Furcht vor der augenscheinlichen Gefahr einer Mine, faßte er den verzweifelten Entschluß eines Ausfalls. Alles stürzte aus den unterminirten Gewölben hervor, die nun überflüssig wurden; aber die sturmbereitstehenden russischen Truppen griffen den Feind augenblicklich an, uud warfen ihn aufs entschiedenste zurück. Das 1ste Bataillon überschritt mit gefälltem Bayonnet die schwierige Passage glücklich, die nachfolgenden rückten im Sturmschritt vor, wandten sich rechts und links und die 3 Colonnen marschirten, ohne einen Schuß mehr zu thun, auf das Dorf los. Hier dauerte der Kampf bis zum Mittag; keiner ergab sich, nur einige Weiber wurden gefangen genommen. Jedes Haus oder vielmehr jeder Keller kostete Blut und mußte von Grund aus zerstört werden. Während dieses Kampfes wurden 3 Bataillone nach Neu-

Ahulgo geführt, die sogleich ihr Feuer gegen Alt-Ahulgo eröffneten. Das 5te Bataillon hatte sich indeß auch in die Schlucht der Aschilta begeben, die Lesghier nach einem blutigen Kampfe zurückgetrieben und den Fußweg nach Alt-Ahulgo besetzt. Weiter aber konnten die russischen Truppen nicht kommen, denn die Wände dieser Schlucht sind voller Höhlen, aus welchen die Lesghier jeden erschossen, der sich auf dem schmalen Fußwege weiter vorwagte.

So lange das 1ste und 2te Bataillon mit der Zertrümmerung des Dorfes beschäftigt waren, ging das 3te den Felsenpfad nach Alt-Ahulgo hinab und bemächtigte sich der kleinen Brücke, die aus 3 langen, schwankenden Baumstämmen bestand, und einige 100 Fuß über den Wasserfall des Aschilta gleichsam wie in der Luft schwebte. Von dieser Brücke ging der Fußpfad an der schroffen Felsenwand im Zickzack hinauf, und hatte im strengsten Sinne nur die Breite für einen einzelnen Mann; aber mit der Eroberung der Brücke schien den Angreifenden nichts mehr unmöglich. In wenig Augenblicken war die Höhe erreicht, obgleich ein Hagel von Steinen und Balken viele in den Abgrund hinabschleuderte, und es begann nun ein verzweifelter und letzter Todeskampf. Er dauerte bis zum Untergange der Sonne, aber noch 8 Tage waren nöthig, um alle Höhlen auszuspüren und nach blutigem Kampfe zu reinigen.

Am 22sten August zählte man 1500 feindliche Leichen, die in den Koissu hinabgestürzt wurden, und fast eben so viel schwer verwundete Gefangene. Schamill war entflohen.

IX.

Theorie des Luftwiderstandes.

Vom

Lieutenant von Brockhusen der 7ten Artillerie-Brigade.

Wenn auch der Widerstand der Luft gegen sich in ihr bewegende Körper schon vielfach ein Gegenstand der Untersuchung gewesen ist, so kann man diese Aufgabe doch noch nicht als gelöst betrachten, weshalb jede Arbeit, welche diese Theorie zu vervollständigen bezweckt, der öffentlichen Besprechung nicht entzogen werden darf. Ich theile daher hiermit die Resultate meiner Bemühungen mit, die, wenn sie auch weit davon entfernt sind, den Gegenstand zu erschöpfen, doch vielleicht dazu dienen können, manche Ansichten zu berichtigen, und zu neuen Forschungen anzuregen.

Die über diesen Gegenstand handelnden Schriften behalten fast alle die Grundidee bei, von welcher Newton bei der Entwickelung seiner desfalsigen Formel ausging, erlauben sich jedoch die von demselben gebrauchte Formel mehr oder minder zu verändern, um hierdurch die Resultate der Rechnung mit den Versuchen besser in Einklang zu bringen; so wie sich auch schon Newton durch seine Fallversuche veranlaßt sah, die theoretisch gefundene Formel, aus diesem Grunde, durch zwei zu dividiren.

Nach der Ansicht Newtons ist der Widerstand der Luft eine Folge der continuirlichen Stöße des bewegten festen Körpers gegen die Luft-

moleküle — analog bei andern widerstehenden Mediis —, weshalb er die in der Zeiteinheit zu vertreibende Luftmasse näher zu bestimmen suchte. Er berechnete daher das Gewicht eines isolirten, durch die Bewegung des Körpers gegebenen, Luftcilinders, ohne auf den aerostatischen Druck Rücksicht zu nehmen. Denkt man sich die einzelnen Luftmoleküle nicht ganz unelastisch, so müßte die von ihm gefundene Formel um einen aliquoten Theil vergrößert werden, wenn sie mit den Versuchen übereinstimmen sollte. Diese haben aber ergeben, daß bei geringen Geschwindigkeiten etwa die Hälfte, bei sehr großen Geschwindigkeiten aber mehr, als der durch die Formel gefundene Widerstand in Rechnung zu setzen ist, woraus denn indirekt die Unrichtigkeit dieser Ansicht Newtons folgt.

Es wird weiter unten nachgewiesen werden, daß von einem wirklichen Stoße der ganzen Luftmasse nicht die Rede sein kann, und daß, durch eine Bewegung in der Luft, der ärostatische Druck gegen einen Körper, welcher Druck im Zustande der Ruhe in jeder Richtung sich aufhebt, Aenderungen unterworfen ist, wodurch der Widerstand der Luft bedingt wird.

> Derselbe ist, nach dieser Ansicht, die Differenz des durch die Bewegung des Körpers modificirten ärostatischen Druckes gegen die vordere und hintere Seite desselben.

Der Professor Dr. Ed. Schmidt hat in einer Abhandlung: „Theorie des Widerstandes der Luft ꝛc. ꝛc. Göttingen, 1831", eine ähnliche Idee mitgetheilt, indem er die Verdichtung der Luft vor dem sich bewegenden Körper, und hierdurch die Vermehrung des Druckes gegen denselben zu bestimmen sucht. Beschäftigt mit dem sehr sinnreichen Gange seiner Entwickelung, und bemüht, seine Formel mit der von Newton angewandten in Harmonie zu bringen, faßt er die vorhandene Erscheinung keineswegs vollkommen auf. Eine nähere Untersuchung seines Entwickelungsganges zeigt noch dazu, daß auf dem, von ihm zur Erlangung einer Formel eingeschlagenen, Wege keine richtige Formel erzielt werden kann, und die ganze Methode nur annähernd brauchbare Resultate zu geben fähig ist.

Wenn aber nun dennoch zur Erlangung einer Formel derselbe Weg weiter unten eingeschlagen wird, und dann die gefundene Formel,

durch Veränderung der Constanten, mit den von Hutton, als Resultat seiner Schießversuche gegebenen Tabellen in Uebereinstimmung gebracht werden muß, so könnte man glauben, daß ich besser gethan hätte, eine der vorhandenen dieser Tabelle entnommenen Formeln zu benutzen. Ich glaubte aber bei den Untersuchungen über die Rotation der Geschosse einer Formel des Luftwiderstandes gegen das Flächen-Element zu bedürfen, welche nur durch eine theoretische Behandlung erzielt werden kann, und hoffte auf diesem Wege eine genähertere Formel zu erzielen.

Um den Gesichtspunkt und die Momente, von denen bei einer Berechnung ausgegangen werden muß, näher bestimmen zu können, sollen zuvor die Erscheinungen bei einer Bewegung in der Luft so anschaulich wie möglich dargelegt werden, wodurch es möglich werden wird, einige Eigenschaften der genauen Formel des Luftwiderstandes im Voraus festzustellen.

Da es zu demselben Resultate führen muß, ob man sich den Körper — hier eine feste Ebene von beliebiger Größe — ruhend, und die Luft sich normal dagegen bewegend, oder ob man sich erstere in Bewegung, und letztere ruhend vorstellt, so soll der leichtern Anschauung wegen zunächst jene Vorstellung gewählt werden.

Analysirt man, um die analogen Erscheinungen in der Luft anschaulicher dadurch zu machen, einen ähnlichen in der Hydraulik vorhandenen Fall, wo ebenfalls durch Newtons Theorie unrichtige Formeln in Gebrauch gekommen sind, so müssen, als Gegensätze, folgende zwei Fälle verglichen werden.

1. Aus einer Seiten-Oeffnung eines Wasserbehälters stürze Wasser, mit gegebenem Querschnitt und bekannter Geschwindigkeit, normal gegen eine feste Ebene. Die Theorie des Stoßes zeigt für diesen Fall, daß die Kraft des Wassers, dem Durchschnitt des Wasserstrahles und dem Quadrate der Geschwindigkeit desselben, proportional sein müsse.

2. Denkt man sich aber einen Fluß, dessen Geschwindigkeit auf beliebiger Tiefe dieselbe ist, wie die, mit der das Wasser im vorigen Falle gegen die Ebene stürzte, befestigt man dort, normal auf die Richtung der Bewegung des Wassers, eine feste Ebene von der Größe des Querschnitts obigen Wasserstahles, so werden die Massen des zum

Stoße gelangenden Wassers in beiden Fällen dieselben sein. In diesem Falle kann aber das gegen die feste Ebene bewegte Wasser diese nicht umgehen, ohne gleichzeitig auf das umgebende Wasser einzuwirken. Jenes, gedrückt durch das darüber und zur Seite befindliche Wasser muß, bei der Umgehung der Hindernisse, das darüber befindliche Wasser heben, das zur Seite zu einer schnellern Bewegung drängen, und wird daher auch eine größere Kraft gegen das Hinderniß der Bewegung ausüben, wie das Wasser im ersten Falle.

Um nun den Standpunkt zu erkennen, von welchem ausgehend eine Berechnung der im 2ten Falle bewirkten Kraft möglich wird, denke man sich, die Geschwindigkeit des Wassers sei in beiden Fällen gleich Null. Im ersten Falle bemerkt man dann von diesem Elemente keine Kraftäußerung gegen die Ebene; wogegen in dem zweiten Falle sich findet, daß die Ebene zu beiden Seiten einen hydrostatischen Druck erleidet, der für jedes Flächenelement durch die Höhe des Wassers über demselben gegeben ist, und sich in horizontaler Richtung jedesmal aufhebt. Tritt nun Bewegung ein, so wird, bei dem geringern Drucke an dem obern Theile der Ebene, die Wassermasse vor derselben sich heben, hinter derselben dagegen einen tiefern Stand annehmen müssen. Reicht die Ebene nicht über das Wasser hinaus, so wird die Oberfläche desselben über der Ebene eine, diesem entsprechend gekrümmte Gestalt erhalten. Die Differenz der Höhe des Wasserstandes wird sich aber genau durch zwei zu beiden Seiten der Ebene angebrachte, oben und unten offene, Röhren messen lassen. Diesem veränderten Wasserstande, zu beiden Seiten des Hindernisses der Bewegung, entspricht aber ein veränderter hydrostatischer Druck. Die Differenz des durch die Bewegung des Wassers veränderten hydrostatischen Druckes ist es daher, die als das Maaß der Kraft des fließenden Wassers betrachtet werden muß.

Wählt man nun die andere Vorstellung, um die kleinern Bewegungen des Wassers, die durch die Bewegung der Ebene hervorgerufen werden, näher zu betrachten, da es sonst der Anschauung schwer fallen würde, diese auch im Flusse vorhandenen, die Strömung modificirenden, Bewegungen zu verfolgen.

Durch die Bewegung der festen Ebene wird auf die vor derselben befindlichen Wassermasse ein Druck ausgeübt, der sich von der Ebene

aus nach allen Seiten ausbreitet, und dem Wasser eine Bewegung mittheilt, welche das immer aufs Neue gestörte Gleichgewicht des Druckes herzustellen bemüht ist. Hinter der Ebene bildet sich ein leerer Raum, der in seinem Entstehen durch das zunächst befindliche Wasser ausgefüllt wird, und der dem von der vordern Seite verdrängten Wasser das Ausweichen erleichtert.

Denkt man sich die Ebene nicht zu groß und in bedeutender Tiefe im Wasser, so daß die Differenz des Druckes gegen ein Flächenelement des obern und des untern Theiles der Ebene verschwindet, so ist kein Grund mehr vorhanden, daß das Wasser oberhalb der Ebene gehoben werden sollte, und es muß dann das durch die Ebene zu verdrängende Wasser, an allen Kanten dieselbe umkreisend, den Platz hinter derselben einnehmen, und wird jedes einzelne Wassertheilchen seinen eigenen Weg durch die verschiedenen Druckverhältnisse erhalten. Die Bewegung der Wassermoleküle muß ferner zunächst an der Ebene am schnellsten sein, und in weiterer Entfernung sich kaum bemerkbar machen. An einen wirklichen Stoß der Ebene gegen die in der Richtung der Bewegung befindliche Wassermasse ist nicht zu denken, da die einzelnen Moleküle desselben schon in bedeutender Entfernung von der Ebene ihre Bewegung zum Ausweichen beginnen, und um so weiter von den Rändern der Ebene abbleiben, je weiter ihre ursprüngliche Lage von der Richtung der Bewegung des Schwerpunktes der Ebene entfernt war.

Die normal sich bewegende Ebene wird sogar eine Schicht Wasser von variabler Dicke mit sich fortreißen, und ebdn so wird bei langsamer Bewegung eine ähnliche ihr folgen, so daß sie größtentheils mit einer, in Bezug auf die Ebene ruhigen, Wassermasse in Berührung bleiben wird. Diese in Bezug auf den Körper ruhige Wasserschicht kann aber nicht mehr vorhanden sein, sobald die Ebene einen spitzen Winkel mit der Richtung der Bewegung macht. Bei der selbstständigen Bewegung der einzelnen Wassermoleküle wird aber unter allen Umständen nur ein kleiner Theil des zu verdrängenden Wassers mit dem sich bewegenden Körper in Berührung kommen. Diese bei einer Bewegung im Wasser beobachteten Erscheinungen müssen sich zwar bei einer Bewegung in der Luft modificiren, beide Fälle werden jedoch große Aehnlichkeit mit einander haben.

Das Wasser nicht merklich zusammen drückbar, und ohne Bestreben den Raum, den es eingenommen, zu erweitern, besteht aus einzelnen Theilchen, die durch die geringste Kraft verschoben werden können, und ohne unmittelbaren Zusammenhang neben und über einander geschichtet, fast nur durch die allgemeine Anziehung der Materie zusammengehalten werden. Die materiellen Theilchen der gleichartigen Gase haben aber das Bestreben, sich von einander zu entfernen, und werden, wenn ihnen ein bestimmter Raum angewiesen wird, denselben gleichmäßig ausfüllen. Nie wird ein materieller Theil eines Gases mit einem andern desselben Gases in unmittelbare Berührung kommen, wenn das Ganze nicht seinen Aggregatzustand verändert. Dagegen können die Moleküle eines andern Gases die Zwischenräume des vorigen durchdrigen, und es wird dieses zweite Gas nach und nach sich ganz so in dem ihm gebotenen Raume vertheilen, wie wenn derselbe leer wäre. Aus so gemischten Gasen besteht die atmosphärische Luft, welche diesem nach sich in dem unbegrenzten Weltraume zerstreuen würde, wenn sie nicht durch die Anziehung der Erde an dieselbe gefesselt werde. Der Druck, den die obern materiellen Theile der Luft dadurch auf die näher der Erde befindlichen Theile derselben ausüben, vermindert den gegenseitigen Abstand der einzelnen Luftmoleküle, ohne daß sie jedoch sich je gegenseitig berühren. Die Kraft, mit der die einzelnen Luftmoleküle sich von einander zu entfernen streben, und daher auch den Druck, den die Luft auf die in ihr befindlichen Körper ausübt, kann man durch das Barometer messen. Je näher die Luftmoleküle an einander gedrückt sind, desto größer ist die Kraft, mit der sie sich von einander zu entfernen bestreben, und wenn Druck und Expansivkraft sich ins Gleichgewicht gesetzt haben, so ist letztere durch dar Gewicht der ganzen darüber befindlichen Luftsäule, deren Druck das Barometer andeutet, gegeben. Die Luft kann daher nur in Ruhe sein, wenn die Entfernung der einzelnen Mulekule in horizontaler Richtung überall gleich ist, in lothrechter Richtung aber so zunimmt, wie der verminderte Druck es verlangt, worauf jedoch die mit der Höhe zunehmende Kälte noch Einfluß hat.

Das Verhältniß dieser Expansivkraft zur Entfernung der einzelnen Luftmoleküle von einander, oder das der Dichtigkeit und des Druckes eines reinen oder gemischten Gases, ist es, welches Elasticität eines Ga-

Gases genannt wird. Je größer diese Elasticität ist, desto weniger materielle Theile sind, bei constantem Druck, in demselben Raume eingeschlossen, desto leichter muß eine örtliche Veränderung des Druckes sich ausgleichen, und eine entstandene Bewegung in dem ganzen Raume sich mittheilen können.

Durch Vermehrung der Wärme wird die Elasticität vermehrt, weshalb der **Temperaturgrad der Atmosphäre auf die Größe des Luftwiderstandes Einfluß haben muß.**

Jede Mittheilung einer Bewegung erfordert Zeit, die, wenn sie auch noch so gering sein sollte, in der Luft mit der Entfernung sich vergrößert, da eine Bewegung in derselben nur von einem Luftmolekühle dem nächstanliegenden mitgetheilt werden kann. Bewegung in der Luft ist in den meisten Fällen eine Folge der ungleichen Expansivkräfte, die auf die einzelnen Moleküle einwirken, und nie entsteht eine Bewegung, die nicht von einer partiellen Verdichtung und Verdünnung der Luft begleitet ist. Beachtet man, daß bei einer Bewegung der Luft die einzelnen Moleküle eine selbstständige Bewegung haben, und diese sich mannigfach den Weg vertreten, so wird man darin eine, einer Reibung ähnliche, Verzögerung der Bewegung der Luft erkennen.

Mit der Entfernung vom Ursprunge der Bewegung, sei es Folge einer entstandenen örtlichen Verdichtung oder Verdünnung, muß daher die Geschwindigkeit der Bewegung abnehmen, und muß sich, wenn irgend wie eine constante Differenz der Dichtigkeit, an zwei von einander entfernten Orten, erhalten wird, die Dichtigkeit der von dem einen zum andern Orte strömenden Luft allmählig vermindern.

Eine Verdichtung der Luft erzeugt Wärme, eine Verdünnung derselben Kälte, wodurch die Elasticität der Luft verändert wird, wenn die entstandene Temperaturdifferenz wegen Mangel an Zeit sich nicht ausgleichen kann. Die hierdurch begründeten Veränderungen der Expansivkräfte werden auf die Bewegung der Luftmoleküle nicht ohne Einfluß bleiben, und nach Umständen ihre Geschwindigkeit vergrößern oder vermindern.

Nachdem im Vorstehenden die allgemeine Natur der Gase, wie sie durch die physikalischen Untersuchungen gefunden worden, mitgetheilt ist, ist es möglich geworden, die Erscheinungen bei einer Be-

wegung in der Luft klarer und kürzer darzustellen, weshalb nun zur weitern Beantwortung der Aufgabe gegangen werden soll.

Daß die Verdichtung der Luft vor und die Verdünnung derselben hinter einem sich bewegenden Körper, ähnlich dem veränderten Wasserstande in dem aus der Hydraulik entnommenen Beispiele, auf eine Veränderung des ärostatischen Druckes hinweiset, und man daher die Differenz des ärostatischen Druckes als das Maaß des Luftwiderstandes ansehen muß, braucht wohl nicht ausführlich begründet zu werden.

Auf die Nichtexistenz eines isolirten Luftcylinders, wie es der Berechnung Newtons zum Grunde liegt, aufmerksam zu machen, scheint völlig überflüssig zu sein; wogegen es nicht unwichtig sein kann, näher nachzuweisen, daß von einem Stoße des in Bewegung gesetzten Körpers gegen die zu verdrängende Luftmasse nicht die Rede sein kann, da nur dadurch erklärlich wird, warum die von Newton gefundene Formel für geringe Geschwindigkeiten ein zu großes Resultat giebt.

Betrachte man deshalb zunächst die Erscheinungen, die bei geringer Geschwindigkeit der Bewegung eines Körpers sich zeigen.

Es ist oben gefunden worden, daß die einzelnen Wassermoleküle bei einer Bewegung im Wasser eine, den Körper umkreisende, selbstständige Bewegung annehmen, und kann man ähnliches von den Luftmolekülen erwarten. Die Leichtigkeit, mit der die Luft sich verdichtet, begünstigt aber eine Bewegung in derselben, welche tief im Wasser nur durch dessen gleichzeitige Bewegung rückwärts möglich ist, und vermindert dadurch den Widerstand der Luft gegen den sich in ihr bewegenden Körper. Vom Mittelpunkt dieser Verdichtung aus werden Expansivkräfte thätig, welche, durch die freiwerdende Wärme ebenfalls vermehrt, die Luft nach allen Richtungen in Bewegung setzen und im Verein mit den entgegengesetzten Erscheinungen hinter dem Körper die umkreisende Bewegung der einzelnen Moleküle bedingen. Aus der Natur der Gase, deren Moleküle immer einen gewissen Abstand von einander behalten (von der Elasticität dieser Moleküle kann daher, im Sinne der Bedeutung dieses Wortes bei festen Körpern, nicht die Rede sein) und aus den auf die Moleküle einwirkenden Expansivkräften, welche schon frühzeitig die Ausweichung der Moleküle, selbst deren Bewegung rückwärts, veranlassen, folgt aber: daß, wenn man die Zusammendrückung der Luft auch als einen Stoß ansehen

wollte, doch von keinem Centralstoße die Rede sein kann, selbst wenn eine feste Ebene längs ihrer Normale sich bewegend gedacht wird. Auch findet sich, daß die zu verdrängende Luft nur theilweise eine Bewegung nach der Richtung der Bewegung des Körpers annimmt, was sie, der Theorie des Centralstoßes zufolge, thun müsse. Dieses geschieht in dem ersten Falle des aus der Hydraulik entnommenen Beispiels, wo das zum Stoße gelangte Wasser zur Ruhe übergeht, und, von der Anziehung der Erde bewegt, dem nachfolgenden Platz macht, welches letztere ganz der Formel Newtons entspricht.

Die Gestalt der Oberfläche des sich bewegenden festen Körpers muß auf die Vertheilung der Dichtigkeit und auf die Bewegung der Luft um denselben den größten Einfluß ausüben, und wird es nur in seltenen Fällen gelingen können, diese Verhältnisse durch Rechnung zu verfolgen. In der Richtung der Bewegung des Schwerpunktes eines gleichförmig dichten Körpers werden meistens die Extreme der Verdichtung und Verdünnung der Luft zu suchen sein.

Für sehr langsame Bewegungen einer Kugel, wo manche Abkürzungen in der Rechnung erlaubt sind, hat Poisson (**sur les mouvemens simultanés d'un pendule et de l'air environnant — memoires de l'Académie des sciences T. XI.**) bewiesen, daß die Luft eine wirkliche Bewegung im Raume von dem vordern nach dem hintern Theile der Kugel hat, daß die Richtung dieser Bewegung, auf allen Seiten gleichmäßig die Kugel umkreisend, mit dem verlängerten Radius derselben, je nach dessen Lage und der Größe seiner Verlängerung, verschiedene Winkel bildet, und daß in der durch den Mittelpunkt der Kugel normal auf die Richtung ihrer Bewegung zu legenden Ebene, die Bewegung der einzelnen Luftmoleküle parallel, aber entgegengesetzt, der Richtung der Bewegung der Kugel ist. Ferner weiset er nach, daß in dieser Ebene nirgends eine Veränderung in der Dichtigkeit der Luft zu bemerken ist, und dieselbe von dieser Ebene ab an der Oberfläche der Kugel regelmäßig zu- resp. abnimmt, und daß in der Richtung eines jeden Radius der Kugel die Verdichtung der Luft sehr nahe mit dem Quadrate, und die selbstständige Geschwindigkeit der einzelnen Luftmoleküle mit den Kuben der Entfernung vom Mittelpunkte der Kugel im umgekehrten Verhältnisse stehe.

Dieses Mitschwingen der den Pendel umgebenden Luft, wodurch Massen in Bewegung gesetzt werden, worauf die Schwere, als bewegendes Element, nicht wirkt, hat aber eine verminderte Beschleunigung derselben zur Folge, weshalb mehr als der ärostatische Auftrieb zur Verminderung dieser Beschleunigung in Rechnung gesetzt werden muß. Um die Formeln mit den Versuchen in Einklang zu bringen, setzte man bisher bei den Pendelbewegungen, bei denen das Quadrat der Geschwindigkeit in der Rechnung verschwand, einen der Geschwindigkeit selbst proportionalen Luftwiderstand in Rechnung.

Diese Verhältnisse müssen sich nun bei größern Geschwindigkeiten bedeutend verändern. Denkt man sich die Geschwindigleit eines Körpers mehr und mehr zunehmend, so wird der zu verdrängenden Luft die Zeit zum Ausweichen immer mehr fehlen, und die Verdichtung der Luft an dem Körper, in steigender Progression zunehmend, sich immer weiter vor demselben bemerklich machend; was der den stürzenden Lawinen vorausgehende Luftdruck am besten beweiset.

Während die Vermehrung des Druckes vor dem sich bewegenden Körper mehr und mehr zunimmt, da ein Maximum der Verdichtung der Luft jedenfalls weit außerhalb der Gränze der, in der Artillerie je vorkommenden Geschwindigkeiten liegt, erreicht die Verminderung des Druckes hinter dem sich bewegenden Körper eine feste Gränze, weshalb die genaue Formel des Luftwiderstandes eine discontinuirliche Form haben muß.

Um dieses näher zu untersuchen, lasse man zunächst eine feste, Ebene plötzlich mit einer großen Geschwindigkeit sich normal bewegen. Beim Beginnen der Bewegung wird die hinter derselben befindliche Luft sich ausdehnen, und mit einer Geschwindigkeit $= \sqrt{2\,k}$ (siehe weiter unten) ihr folgen. Die vor derselben verdichtete und zur Seite verdrängte Luft wird ebenfalls in den von der Ebene verlassenen Raum eindringen, und dadurch die Schnelligkeit der nachströmenden Luft vermindern. Auch ohne dieses mechanische Hinderniß der Bewegung muß die Geschwindigkeit des Nachfolgens kleiner werden, weil die Elasticität der Luft durch die von der Ausdehnung derselben erzeugte Kälte abnimmt. Die anfängliche Schnelligkeit, mit der die Luft der Ebene folgte, muß daher bei fortdauernder Bewegung um Vieles geringer sein.

Nach Baumgärtners Physik (Wien, 1839, pag. 186.) soll die Luft schon bei 800 Wiener Fuß Geschwindigkeit einem Körper nicht mehr folgen können. Bei größern Geschwindigkeiten muß daher hinter einer sich normal bewegenden Ebene ein leerer Raum sein.

Ist die Richtung der Bewegung der Ebene nicht normal, so muß man sich ihre Bewegung aus zwei Bewegungen zusammengesetzt denken, von denen die eine mit der Verlängerung der Ebene zusammenfällt, die andere parallel der Normale ist. Erstere übt keinen Einfluß auf die Veränderung des ärostatischen Druckes aus, und die zweite bedingt allein die Größe der Verdichtung oder Verdünnung der Luft. Erreicht diese relative Geschwindigkeit daher die Größe von 800 Fuß, so muß auch dann hinter der nicht normal sich bewegenden Ebene ein leerer Raum sein. Hinter einer sich bewegenden Kugel muß sich daher, bei einer Geschwindigkeit über 800 Fuß, ein kleiner leerer Raum bilden, der bei allmähliger Zunahme der Geschwindigkeit sich nach und nach vergrößert; aber bei gleichmäßiger Vermehrung der Schnelligkeit mit abnehmender Progression sich vermindert, so daß nur bei unendlicher Geschwindigkeit aller Druck gegen die hintere Hälfte der Kugel aufhört. Die Discontinuirlichkeit des Luftwiderstandes gegen eine Kugel kann sich daher nicht so schroff, so plötzlich aussprechen, wie es der Fall sein würde, wenn man sich zu den Versuchen normaler Cylinder bediente.

Eine Vergleichung der nähern Verhältnisse berechtigt noch zu dem Schlusse, daß, je größer die Geschwindigkeit eines Körpers ist, auch um so mehr die Vermehrung des Druckes vor dem Körper die Größe des Luftwiderstandes bedingt, und daß nur für ganz geringe Geschwindigkeiten der Einfluß der Verminderung des Druckes hinter dem Körper dem der Vermehrung desselben vor dem Körper gleich gesetzt werden kann.

Der Luftwiderstand ist allerdings nur durch den örtlichen Druck gegen den sich bewegenden Körper bedingt, weshalb eine Untersuchung über die Bewegung der verdrängten Luft nicht zu dieser Aufgabe zu gehören scheint. Leider lassen sich aber beide Untersuchungen nicht von einander trennen, da ein im Gleichgewicht der Bewegung befindliches System zu betrachten ist.

Noch schlimmer ist es aber, daß man zur Bestimmung dieses Druckes nur von Vordersätzen ausgehen kann, die dem Gleichgewichte der Ruhe entnommen sind, mithin theilweise unbekannten Aenderungen unterliegen müssen.

Neben diesem örtlichen Drucke der Luft gegen die Oberfläche des sich bewegenden Körpers läßt sich aber keine andere, sich wirksam zeigende, Kraft auffinden. Ist es auch nicht meine Absicht, eine Adhäsionsreibung der Luft gegen feste Körper durch theoretische, aus der Natur der Gase entnommene, Folgerungen als nicht vorhanden nachzuweisen, so glaube ich doch behaupten zu können, daß — im Bereiche der Artillerie wenigstens — der Reibungscoefficient der Luft an festen Körpern als verschwindend klein gegen die vorhandenen Druckverhältnisse angesehen werden muß.

Mir sind privatim sonst nicht bekannte Versuche mitgetheilt worden, bei welchen eine Kugel unter der Glocke der Luftpumpe, sowohl im leeren, wie in von verschiedenen Gasen erfülltem Raume, zur Rotation um ihre Achse gebracht wurde. Die geringen Verzögerungen der Rotation (die bei den minder elastischen Gasen am größten ausfielen, und bei diesen nur einen geringen, erst in der vierten Decimalstelle einen Werth habenden, Reibungscoefficienten gaben) deuten aber noch mehr auf geringen Luftwiderstand gegen kleine Unebenheiten der Oberfläche hin, die noch möglicherweise durch nicht vollkommen centrale Lage der Rotationsachse vermehrt sein konnten, und können daher nicht zur Entscheidung dieser Frage dienen.

Die Berechnungen der Ausflußgeschwindigkeit der Gase aus langen Röhrenleitungen weisen eine Verzögerung ihrer Bewegung nach, welche einer Reibung der Gase an den festen Wänden zugeschrieben wird. Sind Unebenheiten an den Wänden vorhanden, wiewohl nicht anders erwartet werden kann, so scheinen die dadurch bewirkten Ableitungen der Richtung der Bewegung einzelner Luftmoleküle, und die dadurch bewirkten partiellen Störungen der Bewegung von größerem Einflusse zu sein, als es eine gewisse geringe Reibung sein kann.

Auch die Wirkung der Maschen eines Netzes auf die Bewegung der Luft läßt sich leichter durch die dadurch bewirkten partiellen Stö-

rungen der Bewegung der einzelnen Moleküle, als durch eine Adhäsionsreibung der Luft erklären, die überhaupt theoretisch ganz verworfen werden kann, da zu einer Reibung, nach meiner Ansicht, auch eine wirkliche Berührung der Massen erforderlich zu sein scheint, welche der Natur der Gase widerstreitet.

In einer Abhandlung: „Betrachtungen über den Kanonenschuß", die im zweiten Bande ersten Heftes des Archivs mitgetheilt ist, ist Adhäsionsreibung in Rechnung gezogen, und der Reibungscoefficient der Kugel an der Luft = 0,0046617 bestimmt worden. Abgesehen von der Richtigkeit der Schlußbemerkung und den im Kalkül angewandten, anderweitig zu benutzenden, Wendungen kann aber die ganze Arbeit nur als verfehlt betrachtet werden, da sich in den berechneten Rotationsfällen die direct entgegengesetzten Resultate finden. Auch glaube ich darauf aufmerksam machen zu müssen, daß das Resultat, worauf der Verfasser pag. 58 speciell hinweiset, allein schon Bedenklichkeiten zu erregen fähig ist.

In einer spätern Abhandlung wird nachgewiesen werden, daß die Ausweichung rotirender Geschosse aus ihrer Bahn in den Unebenheiten ihrer Oberfläche, und dem auf diese einwirkenden Luftwiderstande begründet ist; und das Geschosse, deren Oberfläche eine mathematische genaue Kugel ist, keine Aenderung ihrer Bahn durch eine Rotation erleiden.

Zur Bestimmung der Elasticität der Luft, ihres Druckes und ihrer Dichtigkeit finden sich folgende aus der Physik entnommene Gleichungen und Größen:

Bezeichnet man durch δ die Dichtigkeit der Luft, durch p den Druck, der dieser Dichtigkeit entspricht, durch t die Thermometergrad nach Celsius, durch η die Ausdehnung der Luft für 1 Grad dieser Scala = 0,00375 (oder nach Rudbergs neuerer Bestimmung 0,003645), durch Q die Dichtigkeit des Quecksilbers, durch h die Barometerhöhe, durch g die Fallgeschwindigkeit am Ende der ersten Secunde.

Berücksichtigt man noch, daß das Quecksilber für 1 Grad Cels. sich um $\frac{1}{5550}$ ausdehnet, daß die Größenbestimmungen von Q und δ für den Gefrierpunkt der Thermometerscala gültig, daher durch die

meistens vorhandene höhere Wärme Correctionen bedingt sind, so findet sich zur Bestimmung der Geschwindigkeit, mit der die Luft an den leeren Raum strömt, der Ausdruck:

$$\sqrt{2 \cdot \frac{Q}{\delta} \cdot g \cdot h \cdot (1 + \gamma\, t) \frac{5550}{5550 + t}}$$

Die Tafel der specifischen Gewichte giebt als einen constanten Werth $\frac{Q}{\delta} = 13{,}597 \times 779{,}37 = 10597{,}1$, während die andern Größen vom Gemäß und sonstigen Verhältnissen abhängig sind. Bezeichnet man diesen Ausdruck durch $\sqrt{2\,k}$, beachtet man, daß $Q.g.h$ die Größe des Luftdruckes repräsentirt, obgleich derselbe hier in keinem der im bürgerlichen Leben benutzten Maße ausgedrückt ist, so hat man die Gleichung:

$$\delta k = p\,,$$

wodurch das Verhältniß von Druck und Dichtigkeit, oder die Größe der Elasticität der Luft, deren constanter Coefficient $= k$ gegeben ist.

Bezeichnet man durch δ und δ', p und p', verschiedene aber zusammengehörige Dichtigkeiten und Drucke bei constanter Temperatur, so ist nach Mariotte:

$$\frac{p}{p'} = \frac{\delta}{\delta'}\,.$$

Kann aber die, durch Kompression erzeugte, Wärme wegen Mangel an Zeit sich nicht zerstreuen, so wird daraus nach Poisson:

$$\frac{p}{p'} = \left(\frac{\delta}{\delta'}\right)^{\mu};$$

welches μ derselbe gleich 1,375 (1,3645 nach Rudbergs Bestimmung) setzt. Gegen diese Annahme, nicht gegen die Formel, werden pag. 1067 vierten Bandes von Gehlers physikalischen Wörterbuche Zweifel erhoben, und es scheint, nach pag. 1067 dritten Bandes dieses Werkes und dem Vorhergehenden, die Zahl μ aus andern Gründen, die aus den Erscheinungen bei in Bewegung befindlicher Luft sich ergeben, wenigstens bei einer im Gleichgewicht der Bewegung befindlichen Luftmasse um vieles zu groß sein.

Eine nähere Bestimmung der zur Mittheilung einer Bewegung erforderlichen Zeit wurde vergeblich gesucht.

Die Durchsicht des von Poisson angestellten Kalküls, zur Bestimmung der Bewegung der einzelnen Luftmoleküle und des Einflusses der Luft auf die Bewegung eines Pendels, wobei er der Kugel nur eine sehr geringe Bewegung beilegte, welche ihm erlaubte, mannigfache Abkürzungen der einzelnen Ausdrücke vorzunehmen, hat mich zur Genüge belehrt, daß meine Kräfte nicht ausreichen, um auf ähnlichem Wege zu einer richtigen Bestimmung der Luftverdichtung zu gelangen. Ich werde mich daher zu dem von dem Professor Schmidt eingeschlagenen Wege wenden, und seine Ansichten näher betrachten.

Derselbe hat ebenfalls den durch eine Verdichtung der Luft vermehrten Druck vor einer Ebene im Auge, und benutzt nun zur Bestimmung dieser Verdichtung folgende Schlüsse.

Bekannt ist, daß nach den Gesetzen der Mechanik jede stätige Kraft eine beschleunigte Bewegung hervorrufen muß. Der Verfasser weiset aber nach, daß man sich auch Kräfte denken kann, die, wenn sie überhaupt Bewegung zu veranlassen fähig sind, der Geschwindigkeit dieser Bewegung nur noch eine verschwindend kleine Beschleunigung ertheilen können; und daß diese, zu den Molekülarkräften gehörend, sich nur in unmeßbarer Entfernung merklich thätig zeigen dürfen.

Zwischen einer solchen Kraft Q, einer Function des Weges x, und der Geschwindigkeit v findet er nun die Gleichung:

$$\int Q\, xd = \frac{1}{2} v^2.$$

Diese Kraft Q denkt er sich nun von einer Ebene, den normalen Durchschnitt eines Cylinders, dessen Länge $= a$, ausgehend, auf die in demselben eingeschlossene Luft anziehend wirken, und bestimmt, nach hergestelltem Gleichgewicht, die durch die anziehende Kraft bewirkte Verdichtung der Luft an dieser Ebene.

Der Definition dieser Kraft zufolge ergiebt sich nun auch, daß die Verdichtung der Luft an dieser Ebene in jeder meßbaren Entfernung von derselben schon unmerklich geworden, wodurch diese Entwickelung sich am deutlichsten von den durch Erfahrung begründeten Wahrheiten entfernt.

Das bei dieser Bestimmung sich ergebende Integral $\int Q \, {}^{dx}_{a \div 0}$ setzt er nun $= \frac{1}{2} v^2$, weil für jede merkliche Größe von x, also auch

für x = a in obiger Untersuchung jener Werth dieses Integrals gefunden worden. Dadurch wird aber dieses System des Gleichgewichts der Ruhe gewaltsam zu einem System des Gleichgewichts der Bewegung umgeschaffen, weshalb die erlangte Folmel keineswegs eine feste Begründung erhalten hat, und immer nur als eine Näherungsformel angesehen werden kann.

Der Einfluß der zur Mittheilung einer Bewegung erforderlichen Zeit, so wie Alles, was oben über Verzögerung der Bewegung der Luftmoleküle gesagt ist, kann sich nicht aussprechen, weshalb diese Formel auch keine Discontinuität des Luftwiderstandes nachweisen kann. Ueber den Grad ihrer Brauchbarkeit kann man sich daher nur durch eine sorgfältige Vergleichung der Formel mit den Resultaten der vorhandenen Versuche belehren.

Bei der nun folgenden Entwickelung werden die, vom Professor M. Ohm in seinem Systeme gebrauchten, Bezeichnungen und besonders die der Aggregatrechnung benutzt, und nur die Endresultate völlig in Reihen aufgelöst werden.

Zur leichtern Uebersicht müssen nun drei zusammengehörige Werthe der Dichtigkeit und des Druckes unterschieden werden: δ und p, δ' und p', δ'' und p'', von denen die ersten die bekannten Größen der Dichtigkeit und des Druckes für den normalen Zustand, die letztern die gesuchten Größen deselben an der anziehenden Basis vorstellen. Unter δ' und p' denke man sich dagegen den Werth dieser beiden Verhältnisse, welcher sich gerade auf der Entfernung x von der anziehenden Basis findet, von x abhängig ist, und zwischen den Gränzen δ und δ'' oder p und p'' liegt.

Die Gesetze des Gleichgewichts luftförmiger Körper liefern folgende Differenzialgleichung:

$$dp' + \delta' Q\, dx = 0,$$

welche man durch Benutzung der weiter oben mitgetheilten Gleichungen:

$$\delta k = p, \text{ und } \frac{p'}{p} = \left(\frac{\delta'}{\delta}\right)^{\mu}; \text{ woraus sich}$$

$$k\delta' = p^{\frac{\mu-1}{\mu}} . (p')^{\frac{1}{\mu}}$$ findet; in folgende leicht umformen kann:

$$k \cdot dp' + p^{\frac{\mu-1}{\mu}} \cdot (p')^{\frac{1}{\mu}} \cdot Q \cdot dx = 0.$$

Setzt man der Kürze wegen

$$\frac{\mu-1}{\mu} = \lambda,$$

und integrirt man diese Gleichung, so findet sich:

$$\frac{k}{\lambda}\left(\frac{p'}{p}\right)^{\lambda} + \int Q \cdot dx = \text{Constant.}$$

Die Constante bestimmt sich nun dadurch, daß für $x = 0$ das Integral $\int Q\, dx$ auch gleich Null wird, und daß für den Fall $p' = p''$ ist, wodurch

$$\text{Constant} = \frac{k}{\lambda}\left(\frac{p''}{p}\right)^{\lambda} \text{ wird.}$$

Es ist daher:

$$\left[\left(\frac{p''}{p}\right)^{\lambda} - \frac{\lambda}{k}\int Q \cdot dx\right]^{\frac{1}{\lambda}} = \frac{p'}{p} = \left(\frac{\delta''}{\delta}\right)^{\mu}$$

$$\text{und } \delta' = \delta \cdot \left[\left(\frac{p''}{p}\right)^{\lambda} - \frac{\lambda}{k}\int Q \cdot dx\right]^{\frac{1}{\mu-1}}$$

Die Masse der in dem Cylinder enthaltenen Luft muß, wenn man den Querschnitt durch f bezeichnet, $= a \cdot f \cdot \delta$ sein. Diese Masse kann sich aber nicht geändert haben, obgleich durch die anziehende Kraft eine andere Vertheilung bewirkt ist, weshalb diese aber auch $= f \int_{a \div 0} \delta' \cdot dx$ sein muß, wodurch sich folgende Gleichung ergiebt:

$$a \cdot f \cdot \delta = f \cdot \delta \cdot \int_{a \div 0} \left[\left(\frac{p''}{p}\right)^{\lambda} - \frac{\lambda}{k}\int Q \cdot dx\right]^{\frac{1}{\mu-1}} \cdot dx$$

Bezeichnet man nun $\left(\frac{p''}{p}\right)^{\lambda}$ durch $\mathfrak{H}$, und noch $\frac{\lambda}{k}\int Q\, dx$ durch V, so hat man folgende Form der Gleichung:

$$a = \mathfrak{H}^{\frac{1}{\mu-1}} \int_{a \div 0} \left(1 - \frac{V}{\mathfrak{H}}\right)^{\frac{1}{\mu-1}} \cdot dx;$$

oder in ein Aggregat umgewandelt:

$$a = \mathfrak{H}^{\frac{1}{\mu-1}} . S\left[(-1)^a . \left(\frac{1}{\mu-1}\right)_a . \int\left(\frac{V}{\mathfrak{H}}\right)^a . dx\right]_{a \div 0}$$

Wendet man die theilweise Integration an, bedenkend, daß $\left(\frac{1}{\mathfrak{H}}\right)^a$ nach x constant ist, und bezeichnet man das, was aus V wird, wenn x = a geworden, mit V′, so findet sich, da für x = 0 die mit x multiplicirten Integrale verschwinden:

$$a = \mathfrak{H}^{\frac{1}{\mu-1}} . S\left[(-1)^a . \left(\frac{1}{\mu-1}\right) . a\left(\frac{V'}{\mathfrak{H}}\right)^a\right] -$$

$$- \mathfrak{H}^{\frac{1}{\mu-1}} S\left[(-1)^{a+1}\left(\frac{1}{\mu-1}\right)_{a+1} \frac{a+1}{\mathfrak{H}^{a+1}}\int x . V^a . dV\right]_{a \div 0}$$

In Bezug auf dieses letzte Integral hat nun aber der Professor Schmidt pag. 42 seines Werkes nachgewiesen, daß der zu integrirende Factor $\int_{a \div 0} x . V^a . dV$ sich auf Null reduzirt, weshalb nun auch jenes Aggregat gleich Null sein muß.

Dadurch ergiebt sich aber nun, daß:

$$\mathfrak{H}^{\frac{1}{\mu-1}} S\left[(-1)^a\left(\frac{1}{\mu-1}\right)_a\left(\frac{V'}{\mathfrak{H}}\right)^a\right] = (\mathfrak{H} - V')^{\frac{1}{\mu-1}} = 1$$

und daher auch:

$$\mathfrak{H} - V' = 1 \text{ sein müsse,}$$

oder daß, wenn man die Werthe dieser Zeichen dafür substituirt,

$$\left(\frac{p''}{p}\right)^\lambda - 1 + \frac{\lambda}{k}\int_{a \div 0} Q\, dx \text{ ist;}$$

Setzt man nun den vom Professor Schmidt, in Bezug auf Bewegung aufgefundenen, Werth dieses Integrals für dasselbe, so erhält man die Gleichung:

$$\left(\frac{p''}{p}\right)^\lambda = 1 + \frac{\lambda . V^2}{2k} \text{ und daher}$$

$$p'' = p\left(1 + \lambda \cdot \frac{V^2}{2k}\right)^{\frac{1}{\lambda}}$$

$$p'' = p\ S\left[\left(\frac{1}{\lambda}\right)_a \lambda^a \cdot \left(\frac{V^2}{2k}\right)^a\right] \text{ oder:}$$

$$p'' = p\ S\left[\left(\frac{1-\lambda}{a!}\right)^{a-1-\lambda}\left(\frac{V^2}{2k}\right)^a\right];$$

Um nun den veränderten Druck hinter der Ebene kennen zu lernen, denke man sich die Kraft Q abstoßend, wodurch das Integral $\int_{a+0} Q \cdot dx$ negativ wird. Dieser verminderte Druck p''' findet sich daher;

$$p''' - p\left(1 - \lambda\frac{v^2}{2k}\right)^{\frac{1}{\lambda}}$$

$$p''' - p\ S\left[(-1)^a \frac{(1-\lambda)^{a-1|-\lambda}}{a!}\left(\frac{v^2}{2k}\right)^a\right]$$

und deshalb die Differenz dieser Drucke:

$$p'' - p''' = 2p\,S\left[\frac{(1-\lambda)^{2a|-\lambda}}{(2a+1)!}\left(\frac{v^2}{2k}\right)^{2a+1}\right]$$

wofür man auch:

$$2p\ S\left[\frac{(\lambda-1)^{2a|\lambda}}{(2a+1)!}\left(\frac{v^2}{1k}\right)^{2a+1}\right] \text{ schreiben kann.}$$

Der Druck p wird aber bekanntlich auf die Einheit des Quadratzolles bezogen, und da derselbe im directen Verhältnisse zur gedrückten Fläche steht, so muß jener Ausdruck noch mit der, in Quadratzollen ausgedrückten, Größe der Ebene multiplicirt werden, welche Größe schon oben mit f bezeichnet worden ist. Wird obige Differenz des Druckes durch W ausgedrückt, so ist dieselbe aufs Flächenelement bezogen $= W \cdot df$.

Bewegt sich die feste Ebene nicht in der Richtung ihrer Normale, macht die Richtung ihrer Bewegung dagegen mit der Ebene den Winkel φ, so wird die relative Geschwindigkeit in Bezug auf den immer normalen Druck gegen diese Ebene nur $v \cdot \sin\varphi$ sein.

Gegen ein Flächenelement, dessen Richtung mit der Richtung der Bewegung den Winkel φ macht, hat man daher einen Druck in der Richtung der Normale desselben, welcher $= W' \cdot df =$

$$= 2p \cdot df \cdot S\left[\frac{(\lambda-1)^{2a\,|\,\lambda}}{(2a+1)!}\left(\frac{v^2 \sin^2\varphi}{2k}\right)^{2a+1}\right] \text{ ist.}$$

Auf einen Körper bezogen, gilt diese Formel aber nur dann, wenn die Flächenelemente, die digonal entgegengesetzt liegen, parallel sind. Ist das nicht der Fall, so muß die Differenz, $p'' - p'''$ erst nach Integration obiger beiden Formeln, in Bezug auf die vordere und hintere Hälfte des Körpers, gebildet werden. Diese letzte Formel bezieht sich daher überall nur noch auf die vordere Hälfte des Körpers, da sie die Differenz in Bezug auf die der vordern gleiche hintere Hälfte, schon in sich aufgenommen hat.

Sucht man nun den Widerstand gegen eine Kugel vom Radius r zu bestimmen, so muß diese Differenz des Druckes in der Richtung der Formeln nach der Richtung der Bewegung zerlegt werden, welcher dadurch $= W \cdot df \cdot \sin\varphi$ wird.

Nimmt man Polarcoordinaten im Mittelpunkte der Kugel an, so ist:

$$df = r^2 \cdot \cos\varphi \cdot d\theta;$$

wobei zu bemerken, daß θ von 0 bis 2π, aber φ nur von 0 bis $\frac{1}{2}\pi$ genommen werden darf. Es ist daher:

$$\lessgtr W' \cdot df \cdot \sin\varphi = 2r^2 \int_{-\pi}^{\pi}\int_0^{\frac{1}{2}\pi} S\left[\frac{(\lambda-1)^{2a\,|\,\lambda}}{(2a+1)!} \times \right.$$
$$\left. \times \left(\frac{v^2}{2k}\right)^{2a+1} (\sin^2\varphi)^{2a+1}\right] \cos\varphi \cdot \sin\varphi \cdot d\varphi \cdot d\theta.$$

Der Ausdruck ist nach θ constant, weshalb er sofort nach θ integrirt werden kann.

Setzt man dann $\sin^2\varphi = y$, wodurch

$$d\varphi y = \frac{1}{2\sin\varphi \cdot \cos\varphi}$$

wird, und integrirt man nicht nach φ, sondern nach y, so erhält man als Widerstand gegen die Kugel den Ausdruck:

$$2r^2\pi \cdot p \cdot S\left[\frac{(\lambda-1)^{2a\,|\,\lambda}}{(2a+2)!}\left(\frac{v^2}{2k}\right)^{a+1}\right]$$

oder in Reihen aufgelöset:

$$2r^2 \varkappa p \cdot \left(\tfrac{1}{2}q + \frac{(\lambda-1)(2\lambda-1)}{4!} q^3 + \frac{(\lambda-1)^{4|\lambda}}{6!} q^5 + \ldots \right),$$

worin der Kürze wegen q für $\frac{v^2}{2k}$ gesetzt worden. Gegen einen Cylinder vom Radius r würde der Widerstand sein:

$$2r^2 \varkappa p \left(q + \frac{(\lambda-1)(2\lambda-1)}{3!} q^3 + \frac{(\lambda-1)^{4|\lambda}}{5!} q^5 + \ldots \right),$$

welche beide Formeln eine Differenz zeigen, welche die Versuche, wenigstens für mäßig große Geschwindigkeiten, bestätigt haben.

Betrachtet man diese Reihen etwas genau, so wird man finden, daß, wenn v recht klein ist, die höhern Potenzen von q nicht bemerkbar sein werden, und daß bei allmähliger Zunahme von v immer mehr und mehr Glieder der Reihe mit in Rechnung aufgenommen werden müssen. Ist $\lambda = 0$, so geben die höheren Potenzen von q, so lange v nicht über 50′ steigt, bei der Berechnung der Widerstände in den ersten 6 Decimalstellen keinen Werth, ist aber λ größer als Null, so können die höhern Potenzen von q in diesem Falle sich noch weniger bemerklich machen. Vernachlässigt man die höhern Potenzen von q ganz, so erscheint dieselbe Formel, welche Newton theoretisch entwickelte, obwohl der constante Coefficient hier in anderer Form dargestellt ist.

Der Coefficient $(\lambda-1)^{2a|\lambda}$ vermindert den Werth der Reihe um ein Bedeutendes bei großen Geschwindigkeiten, während er bei geringen, wo die höhern Potenzen ganz in der Rechnung verschwinden, ohne Einfluß bleibt.

Da die Größe von λ zweifelhaft und, wie oben mitgetheilt, viel zu groß sein soll, da eine Berechnung der Widerstände für große Geschwindigkeiten ($\mu = 1{,}3645$ angenommen) diese viel zu gering angab, man auch obige Reihe nur als eine Näherungsformel betrachten kann, und dieselbe dadurch, daß man $\lambda = 0$ setzt, eine geschlossene Form erhält, so scheint es der leichtern Berechnung wegen erlaubt, diese Vereinfachung auszuführen.

Setzt man daher $\lambda = 0$, so werden jene Reihen

$$= 2r^2 \varkappa p . \left(\frac{q}{2} + \frac{q^3}{4!} + \frac{q^5}{6!} + \frac{q^7}{8!} + \ldots\right); \text{ und}$$

$$= 2r^2 . \varkappa^2 . p . \left(q + \frac{q^3}{3!} + \frac{q^5}{5!} + \frac{q^7}{7!} \ldots\ldots\right)$$

Man hat daher als Widerstand gegen die Kugel vom Radius r die Formel:

$$2 . r^2 . \varkappa . p . \frac{\text{Cosinus } q - 1}{q} = 4 . r^2 . \varkappa . p . \frac{\text{Sinus}^2 (\frac{1}{2} q)}{q};$$

und als Widerstand gegen den Cylinder:

$$2 . r^2 \varkappa . \text{Sinus } q;$$

ferner als Widerstand gegen das Flächenelement in der Richtung der Normale:

$$2p . df . \text{Sinus } (q . \sin^2 \varphi);$$

die Berechnung der Widerstände wird durch diese geschlossene Form sehr leicht, da der Professor Gudermann die hyberbolische Trigonometrie vollständig ausgebildet, und mit Tabellen bereichert hat. Die Formel hat noch immer 2 Constanten p und k, die durch eine geringe Veränderung den Werth der Formel bedeutend modificiren können, was weiter unten noch beachtet werden soll.

Zur Untersuchung der Werthe dieser Formeln standen mir zwei Versuchsreihen zu Gebote; die Fallversuche, die Benzenberg im Michaelisthurme zu Hamburg anstellte, und dann die Schießversuche Huttons, welche in den **Nouvelles experiences d'Artillerie par Hutton — Paris 1826** zweitem Bande mitgetheilt sind. Erstere, die eine Gleichung zwischen Zeit und Weg erfordern, welche nur durch schwierige und voluminöse Behandlung in Reihen für diese Widerstandsformel zu erreichen ist, liefern nur Endgeschwindigkeiten unter 105 Pariser Fuß. Sie dienen daher nur zur Vergleichung bei geringen Geschwindigkeiten, und bestätigen die schon von Newton entdeckten Abweichungen.

Zur Benutzung der Huttonschen Versuche, wo man auf den kurzen Entfernungen die Schwere unbeachtet lassen kann, kann folgende Formel dienen:

$$(x - x') \frac{b}{2} = \log . \text{nat} . \left(\frac{\text{Sin} . u'}{\text{S} \quad . u}\right) + u \text{ Cotang } u - u' \text{ Cotang } u',$$

welche

welche die Relation zwischen $u = \frac{1}{2}q$ und den durchlaufenen Weg x angiebt. In dieser Formel ist

$$b = \frac{2g \cdot r^2 \varkappa \cdot p}{m \cdot k},$$

worin m das Gewicht der Kugel bedeutet.

Da aber Hutton Tabellen der Widerstände ausgearbeitet hat, so ist es leichter, durch die Formel eine Tabelle der Widerstände zu berechnen, und dieselben mit einander zu vergleichen. Zur Berechnung der Werthe der Widerstände mußte nun $\sqrt{2k}$ und p näher bestimmt werden. Als mittlerer Barometerstand wurden von Hutton 30 engl Zoll angenommen, und da das Gewicht eines Kubikzolls Quecksilber = 7,8703 Unzen **Avoir du poids** beträgt, so ist $p = 236{,}10$ Unzen, wenn man die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme nicht beachtet. Da die oben mitgetheilte Formel $= \sqrt{2k}$ durch die Wärme bedeutend modificirt wird, und die Temperatur bei Huttons Versuchen zum Theil nicht angegeben ist, so wurde $q = 1$ gesetzt, um dafür den Widerstand zu berechnen. Der gefundene Werth desselben entspricht in etwa dem von Hutton mitgetheilten Werthe des Widerstandes für die Geschwindigkeit von 1400′. War auch diese Zahl für $\sqrt{2k}$ zu groß, wie durch eine anderweite Ausrechnung gefunden wurde, welche $\sqrt{2k}$ etwa gleich 1350′ gab, so glaubte ich doch noch diesen constanten Nenner von v gleich 1400 setzen zu können, weil durch diese Vergrößerung von $\sqrt{2k}$ der Fehler einigermaßen verbessert wurde, der durch Vernachlässigung des λ gemacht worden war.

In der hier mitgetheilten Tabelle sind die Widerstände für verschiedene Geschwindigkeiten mitgetheilt, welche durch obige Widerstandsformel, und von Hutton aus seinen Versuchen, gefunden worden. Zum Vergleich sind auch die durch Hutton, mit Hülfe der von Newton angewandten Formel, berechneten Werthe der Widerstände angeführt. Die Bestimmung der constanten Coefficienten dieser Formel entspricht der obigen Bestimmung, wenn $\sqrt{2k} = 1346{,}4$ gesetzt, und von den Resultaten die Hälfte genommen wird. Die beiden letzten Kolonnen enthalten die ersten und zweiten Differenzreihen der von Hutton durch Versuche gefundenen Widerstände.

Tabelle
der Widerstände gegen eine Kugel von 1 Zoll Radius in Unzen.

Geschwindigkeit der Kugel.	Nach Newton's Formel berechnet.	Für $\sqrt{2k} = 1400$ und $p = 236$ Unzen berechnet.	Durch Hutton gefundener Widerstand.	Erste Differenzreihe.	Zweite Differenzreihe.
5	0,005	0,0095	0,006	—	—
10	0,021	0,0378	0,026	—	—
20	0,082	0,1514	0,103	—	—
30	0,184	0,3406	0,237	—	—
40	0,324	0,6055	0,427	—	—
50	0,511	0,946	0,676	—	—
100	2,046	3,78	2,78	—	—
200	8,18	15,12	11,34	—	—
300	18,4	34,07	25,8	20,7	7,2
400	32,7	60,52	46,5	27,9	8,2
500	57,2	94,75	74,4	36,1	9,4
600	73,6	136,65	110,4	45,5	10,5
700	100,2	186,41	156,0	56,0	12,3
800	130,9	244,35	212,0	68,0	13,7
900	165,7	310,9	280,3	81,7	13,2
1000	204,6	389,1	362,1	94,9	12,6
1100	247,6	472,7	456,9	107,5	11,4
1200	294,6	569,9	564,4	118,9	9,3
1300	345,7	680,2	683,3	128,2	7,4
1400	401,0	805,7	811,5	135,6	4,2
1500	460,1	949,1	947,1	139,8	1,7
1600	523,7	1114,6	1086,9	151,5	— 1,3
1709	591,2	1306,8	1228,4	140,2	— 3,1
1800	662,8	1532,1	1368,6	137,1	— 5,0
1900	738,5	1798,5	1505,7	132,1	—
2000	818,3	2115,8	1637,8	—	—

Außer der bekannten Abweichung obiger Formel für geringe Geschwindigkeiten, weiset die Tabelle auch eine bei den großen Geschwindigkeiten nach, was mich zu einer nähern Untersuchung dieser Tabelle veranlaßte. Die unerwartete Entdeckung einer (anscheinend willkührlich) regulirten Tabelle der mittlern Geschwindigkeiten erregte einige Zweifel, welche durch eine vergleichende Betrachtung der obigen Differenzreihen vermehrt wurden. Die oben näher begründete Discontinuität des Gesetzes des Luftwiderstandes, welche mit dem vacuum sich einstellt, muß allerdings in den Differenzreihen sich aus-

sprechen, wie sie es auch, bei der Geschwindigkeit von 900 Fuß, entsprechend der von Baumgärtner aufgestellten Behauptung, in der 2ten Differenzreihe thut. Die bedeutende Abnahme dieser Differenzen bei vermehrter Geschwindigkeit stimmt aber nicht mit der, oben gefolgerten, allmähligen Vergrößerung des leeren Raums hinter der Kugel, weshalb man in der Tabelle einen Fehler, bei den Widerständen der großen Geschwindigkeiten vermuthen kann.

Hutton bildete aus den Geschwindigkeiten als Abscissen und den dazu gehörigen Widerständen als Ordinaten eine Curve, um dadurch Unregelmäßigkeiten ausgleichen, und graphisch die Widerstände für runde Zahlen bestimmen zu können. Werden auch einzelne Unregelmäßigkeiten dadurch beseitigt, so können dennoch, ohne daß man es bemerken kann, alle Ordinaten um einen constanten Theil zu klein oder zu groß ausfallen, oder auch die Curve kann sich an ihren Enden (hier 300 und 2000 Fuß Geschwindigkeit) zu viel oder zu wenig krümmen.

Ersteres kann durch constante Fehler, die nicht mehr zu entdecken, erzeugt sein, die letztern Fehler müssen sich aber bemerklich machen, wenn man die Curve erweitert. Eine zu geringe Krümmung an der Grenze der großen Geschwindigkeiten glaube ich erkannt zu haben.

Zur Bestimmung der Werthe der Widerstände, für die Geschwindigkeiten von 300 bis 2000 Fuß, schoß Hutton aus verschiedenen Entfernungen gegen ein Pendel, und bestimmte die Geschwindigkeit, mit der die Kugel das Pendel traf. Der Verlust an Geschwindigkeit auf dem kurzen Wege von 60′ und die gefundenen Anfangs- und Endgeschwindigkeiten geben die Elemente zur Berechnung der betreffenden Widerstände.

Denkt man sich, daß für diese kurze Entfernung eine gleichförmig verzögerte Bewegung angenommen werden kann, so findet sich aus den Grundgleichungen der Mechanik durch Integration die Formel: $R = \frac{v \cdot v' \cdot b}{g \cdot S}$, worin R der Druck der Luft und b das Gewicht der Kugel (beide in Unzen ausgedrückt), v das Mittel der Anfangs- und Endgeschwindigkeit, v' die Differenz derselben und S der durchlaufene Weg bedeutet.

Hutton ist auf anderm Wege zu derselben Formel gelangt, setzt aber $g = 32$, wofür eigentlich 32,182 hätte genommen werden müssen.

Es entsteht aber nun die Frage, ob der gefundene Widerstand der mittlern Geschwindigkeit v entspricht, da bei gleichförmig verzögerter Bewegung dieselbe Beschleunigung jeder Geschwindigkeit zugehört. Durch die bekannte geometrische Construction der Gleichungen der beschleunigten Bewegung, worin Zeit durch die Abscisse, Geschwindigkeit durch die Ordinate und der durchlaufene Weg durch den Flächenraum dargestellt wird, ist es aber leicht zu zeigen, daß der berechnete Widerstand zwar einer etwas größeren Geschwindigkeit zugehört, daß man aber ohne einen merklichen Fehler zu begehen, nach Huttons Beispiele, die mittlere Geschwindigkeit dafür nehmen kann.

Die Widerstände für die Geschwindigkeiten von 5 bis 30′ wurden durch eine Rotationsmaschine ermittelt, und die zwischen 30 und 300′ Geschwindigkeit durch Interpolation gefunden.

Eine nähere Betrachtung der Tabellen der mittlern Geschwindigkeiten pag. 12 und pag. 27 und der darunter befindlichen regulirten Tabellen dieser Geschwindigkeiten, welche letztere zur Berechnung dienen, führte mich zur Vergleichung jener Tabellen mit den einzelnen Schüssen, aus denen sie entnommen sind. Hutton hat die einzelnen Mittelzahlen genommen, und noch dazu die mit d (dubiose) bezeichneten Schüsse zur Auffindung dieser Mittelzahlen, in den meisten Fällen mit benutzt. Nach meiner Ansicht ist das Auffinden von Mittelzahlen eine Arbeit, die große Umsicht erfordert, weshalb das Aufsuchen der einfachen Mittelzahlen der Aufgabe keineswegs genügt. Jedenfalls scheint mir aber die Benutzung zweifelhafter Schüsse höchst bedenklich, weshalb ich einstweilen die einfachen Mittelzahlen ohne Benutzung dieser Schüsse aufgesucht habe.

Die hier mitgetheilte Tabelle der mittlern Geschwindigkeiten ist aus beiden zusammengesetzt, und mit meinen Correctionen versehen, jedoch so, daß die von Hutton falsch gefundenen Geschwindigkeiten durchstrichen darüber geschrieben sind. Die mit „?" bezeichneten Geschwindigkeiten sind höchstens nur 2 Schüssen entnommen. Die gleich darauf folgende Tabelle ist die von Hutton regulirte, und zur Berechnung der Widerstände benutzte.

Tabelle

der mittlern Geschwindigkeiten für verschiedene Ladungen und verschiedene Entfernungen vom Geschütz.

Entfernung.	Ladungen in Unzen.						Ladungen in Drachmen.			
	16	8	4	3	2	1	12	8	6	4
30′	2134	1594 (?)	1346	1185	877	645	546	444	—	333
60′	2008	1550	1314	1110 (?)	850	635	544 (?)	423	378	287
120′	1896	1510	1248	1072	844	613	523	419	356	287
180′	1834	1456	1182	1053	804	612	518	407	366	—
240′	1727	1368 (?)	1129	1008	784	602	—	—	—	—
300′	1648	1317 (?)	1077	956	773	—	—	—	—	—
360′	1582 (?)	1276 (?)	1043	936	735	—	—	—	—	—

Regulirte Tabelle.

0	2100	1637	1360	1203	900	662	557	450	—	302
60	2005	1563	1300	1151	866	641	543	437	381	292
120	1914	1493	1243	1102	834	622	530	425	370	283
180	1827	1427	1189	1056	804	606	518	414	360	—
240	1744	1365	1139	1013	776	590	—	—	—	—
300	1665	1306	1090	973	750	—	—	—	—	—
360	1590	1250	1045	936	726	—	—	—	—	—

Das Gewicht der abgeschossenen Kugeln war durchschnittlich 16,68 Unzen und ihr Durchmesser 1,965 Zoll. Alles Obige ist in englischem Gemäß ausgedrückt.

Unter den Geschwindigkeiten für 4 Drachmen fand ich einen Rechnungsfehler (309), wenn nicht etwa dort ein Druckfehler vorhanden ist.

Bemerkt zu werden verdient, daß die größten und einflußreichsten Differenzen an der oben bezeichneten Grenze der von Hutton gebildeten Curve liegen. Die regulirte Tabelle zeigt offenbar das Bestreben, die in den Mittelzahlen gefundenen Unregelmäßigkeiten auf Kosten der größern Geschwindigkeiten auszugleichen. Diese Tabelle der Mittelzahlen, die Grundlage der daraus zu berechnenden Tabelle der Widerstände für verschiedene Geschwindigkeiten, wird vielleicht immer die Basis aller künftigen Rechnungen bleiben, weshalb eine sorgfältige Umarbeitung obiger Tabelle durch Einen, der mit diesen Arbeiten vertraut ist, und dem vielleicht ähnliche Versuchsreihen zu Gebote stehen, gewünscht werden muß.

Wenn man etwa sich dazu berufen fühlen sollte, neue Versuche anzustellen, so erlaube ich mir das gleichzeitige Abschießen von normal abgeschnittenen Cylindern in Vorschlag zu bringen, weil es dann ausführbar zu sein scheint, den gefundenen Widerstand gegen den Cylinder in die einzelnen Summanden zu zerlegen, welche durch die Vermehrung des Druckes vor und die Verminderung desselben hinter dem Cylinder gebildet werden. Die Reihe der Widerstände würde sich so in 2 Reihen zerlegen lassen, wobei sich jede vielleicht als eine arithmetische Reihe höherer Ordnung ergeben, und man dadurch die Discontinuität so wie die ganze Natur des Widerstandes der Luft auch über die Grenzen der Versuche hinaus näher nachgewiesen erhalten würde.

Die oben als Gesetz des Widerstandes der Luft erhaltenen Formel läßt sich durch zweckmäßige Veränderung der Constanten leicht so umändern, daß ihre Werthe mit denen der Tabelle der Widerstände, innerhalb bestimmter Grenzen der Geschwindigkeit, correspondiren, was jedoch nur dann mit Nutzen ausgeführt werden kann, wenn jene Tabelle fest begründet ist.

Das richtige Gesetz des Luftwiderstandes wird sich aber nur durch eine Reihe von steigenden Potenzen der Geschwindigkeit mit constanten, von der Form des Körpers und der Größe des Luftdrucks und der Elasticität der Luft abhängigen, Coefficienten ausdrücken lassen, deren Ermittelung vielleicht einmal spätern Zeiten vorbehalten ist.

Aus Gründen, die ich aus meiner Anschauung der vorliegenden Erscheinung entlehnt habe, glaube ich, daß diese Reihe nur gerade Potenzen der Geschwindigkeit enthalten kann, jedoch kann ich dieses nicht beweisen.

Es muß nun noch auf eine Schwierigkeit aufmerksam gemacht werden, auf welche man bei der Berechnung der durch Rotation erzeugten Kräfte (Man vergleiche den Aufsatz: „Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse") mittelst obiger Formel des Widerstandes gegen das Flächenelement stößt. Denke man sich eine Kugel mit rauher Oberfläche, wie sie in den Kugelgärten sich immer finden. Ist man der Rotation wegen gezwungen, diese Unebenheiten mit in Rechnung zu ziehen, so bleibt nichts übrig, als sie so zu ordnen, und zu modificiren, daß eine regelmäßige berechnenbare Gestalt daraus entsteht, welche einen mittlern Werth zu geben scheint. Die Formel des Widerstandes der Luft macht die Größe desselben gegen eine Ebene von dem Winkel, den dieselbe mit der Richtung der Bewegung macht, abhängig.

Während dieses bei einzelnen Ebenen und einfach gerundeten Körpern ganz anpassend erscheint, muß es verworfen werden, wenn der Widerstand gegen Ebenen, die einen eingehenden Winkel mit einander bilden, und gegen rauhe Flächen bestimmt werden soll. Die Neigung der kleinen Flächen gegen die Richtung der Bewegung entscheidet hier viel weniger die Größe des Drucks, als die durch die allgemeine Gestalt des Körpers bedingte Verdichtung der Luft in der Nähe dieser Unebenheiten, und doch müssen diese örtlichen Abweichungen der Oberfläche zur Grundlage der Rechnung gemacht werden.

Wenn auch eine annähernde Auflösung dieser Aufgabe nicht als unausführbar angesehen werden kann, so ist doch ihre Bearbeitung mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft, daß dieselbe einstweilen aufgegeben wurde, da sie, wegen des Nichtgelingens der Integration

der Differenzialgleichung der Bahn des Geschosses doch ohne Nutzen sein müßte.

Schlußbemerkung.

Aus dem in obiger Abhandlung Gesagten ergiebt sich eine Folgerung, deren Anwendung meiner Ueberzeugung nach, für die Waffe von Nutzen sein kann, und in den Fällen, wo alle Entfernungen bekannt sind, und die Zeit zum Beobachten nicht mangelt, — was im Festungskriege immer der Fall sein wird — eine Vermehrung der Wahrscheinlichkeit des Treffens herbeiführen kann.

Der Widerstand der Luft verlangsamet beständig die Geschwindigkeit der Kugel, und das um so mehr, je größer diese Geschwindigkeit ist, was die in obigem Aufsatze mitgetheilte Tabelle der mittlern Geschwindigkeiten ausführlich nachweiset. Durch das Einwirken des Luftwiderstandes auf die Geschwindigkeit der Kugel muß daher die Schußweite um ein bedeutendes vermindert werden, und das um so mehr, je größer dieser Widerstand selbst ist. Vermindert sich der Luftwiderstand irgend wie, so muß auch die Weite des ersten Aufschlages der Kugel größer werden, als es die Erfahrung zeigt, und es muß diese Entfernung ihr Maximum erreichen, wenn der Luftwiderstand gänzlich verschwindet.

Die Größe des Unterschiedes dieser beiden Entfernungen läßt sich am besten durch ein Beispiel anschaulich machen, wozu der Feldsechspfünder genommen werden soll, da dessen Wirkung am bekanntesten ist.

Betrachtet man auf der Distancierslinie die Aufschläge der Kugel, etwa beim Rollschuß, so wird man finden, daß, wenn man etwa auf 800 Schritt von dem Geschütze entfernt sich befindet, die dort aufschlagenden Kugeln diesen Weg in derselben Zeit durchlaufen, welche der Schall auf seinem Wege vom Geschütz bis zum Beobachter gebraucht hat.

Die mittlere Geschwindigkeit der Kugel muß also mehr als 1075 Fuß gewesen sein, woraus sich bei Vergleichung dieser Entfernung von 800 Schritt mit der kleinen Entfernung von 60 engl. Fuß, und den Verlusten an Geschwindigkeiten, welche die durch Hutton mitgetheilte

Tabelle angiebt, leicht nachweisen läßt, daß die Anfangsgeschwindigkeit der Kugel weit über 2000 Fuß gewesen sein muß. Direkte Versuche sind mir nicht darüber bekannt geworden.

Wird nun die Kugel mit 3″ Aufsatz abgeschossen, so erreicht dieselbe bis zum ersten Aufschlage eine Entfernung von 1500 Schritt.

Will man aber die Weite bis zum ersten Aufschlage für den Fall wissen, daß der Luftwiderstand nicht vorhanden ist, so findet sich — für 2000 Fuß Anfangsgeschwindigkeit und 3″ Aufsatz, dem ein Elevationswinkel von 3° 32′ 50″ entspricht — diese Entfernung = 5111 Schritt. Sollten directe Versuche die Anfangsgeschwindigkeit der Kugel größer als 2000′ geben, so muß letztere Entfernung noch größer sein. Ist aber der Widerstand der Luft nicht ganz verschwunden, derselbe jedoch vermindert, so muß eine Schußweite sich ergeben, die zwischen 1500 und 5111 Schritt liegt; wogegen die Kugel durch dieselbe Kraft nicht bis auf 1500 Schritt getrieben werden kann, wenn der Widerstand der Luft sich vergrößert hat.

Wenn auch der Luftwiderstand nur um ein Weniges größer oder geringer wird, so muß dieses doch auf die Schußweite einen merklichen Einfluß ausüben, da derselbe continuirlich auf die Bewegung des Geschosses einwirkt. Daß die Schüsse und Wurfweiten zu verschiedenen Zeiten verschieden ausfallen, darüber fehlt es nicht an Erfahrungen, die man aber, weil sie fast täglich sich zeigen, und außerdem noch Fehler des Geschosses und der Bedienung darauf Einfluß haben, meistens dem letzten Umstande zuzuschreiben gewohnt ist.

Die durch eine Modification des Luftwiderstandes veranlaßte Veränderung in der Weite des Wurfes, kann durch entsprechende Veränderungen in der Ladung und Elevation des Rohrs beseitigt werden, wenn man durch angemessene Versuche die Größe dieser Correctionen in den betreffenden Ladungen und Elevationen zuvor feststellt.

Der Luftwiderstand wird durch die Geschwindigkeit und die Oberfläche des Geschosses, außerdem aber noch durch die Größe des Luftdrucks und die Temperatur der Luft bedingt, und seine Beschleunigung noch durch das Gewicht des Körpers. (Die durch Unregelmäßigkeiten des Geschosses bedingten Einflüsse werden in dem Aufsatze „Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse“ näher nachgewiesen werden.)

Die Schußweite muß daher — bei constanter Form des Geschosses, Ladung und Elevation des Rohrs — von dem Barometer- und Thermometerstande abhängig sein, und ist die Entfernung bis zum ersten Aufschlage um so größer, je höher die Wärme steigt, je mehr der Luftdruck sich vermindert. Ladung und Elevation werden daher den Umständen entsprechend verändert werden müssen, wenn trotz der, durch die verschiedenen Barometer- und Thermometerstände bedingten Veränderungen in der Größe des Luftwiderstandes dieselbe Weite des ersten Aufschlags erreicht werden soll.

Der Feuchtigkeitsgrad der Luft scheint auf den Widerstand derselben keinen merklichen Einfluß auszuüben, wogegen sein Einfluß auf die Kraftäußerung des Pulvers, also auf die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, bemerklich sein kann. Die Einflüsse eines veränderten Widerstandes der Luft müssen aber bleiben, wenn auch die Anfangsgeschwindigkeit der Kugel verändert sein sollte, weshalb von dem Einflusse des Feuchtigkeitsgrades der Luft einstweilen nur nebenbei Notiz genommen zu werden braucht.

Sind auch bei den genauern Schießversuchen jederzeit die Barometer- und Thermometerstände beobachtet worden, so fehlen doch den Brigaden, meines Wissens, die Resultate, die aus diesen Versuchen in dieser Hinsicht gezogen werden könnten. Die vorhandenen Schuß- und Wurftafeln geben selten die Ladung und Evolution so genau, daß nicht nach einigen Fehlschüssen eine Aenderung mit derselben vorgenommen werden müßte. Die so gefundene Größe der Elevation und der Ladung genügt oft am nächsten Tage, selbst bei Benutzung derselben Geschosse, nicht mehr, so daß aufs neue daran geändert werden muß.

Wünschenswerth erscheint es daher, wenn die vorhandenen Schuß- und Wurftafeln, die als Anhalt beim Schießen dienen, Zusätze gegeben würden, welche es dem Officier möglich machten, nach gemachter Beobachtung der Barometer- und Thermometerstände, sofort Correctionen mit den betreffenden Ladungen und Elevationen vorzunehmen.

Veränderungen im Gewichte der Kugel ändern die Beschleunigung des Luftwiderstandes, bewirken dagegen aber auch eine geänderte

Wirkung des Pulvergases auf die Anfangsgeschwindigkeit d… schosses, weshalb, je nachdem die mittlere Größe der Ladung und mittlere Gewicht der Geschosse ist, mit einer gegebenen Veränderun… des Gewichtes sowohl eine Verminderung als auch eine Vermehrung der Wurfweite bedingt sein kann. Die bei den Geschossen sich findenden Abweichungen vom mittlern Gewicht derselben, und die dadurch veranlaßten Längenabweichungen, können aber ebenfalls durch veränderte Ladung und Elevation unschädlich gemacht werden, wenn der Officier mit den Größen der zu machenden Correctionen bekannt ist.

Derselbe Fall ist es mit den durch verschiedene Rotationsgeschwindigkeiten bedingten Längenabweichungen, **weshalb auch in Bezug auf diese beiden Umstände die Versuche noch mehr zu erweitern sein würden.**

Die Verwendung der nicht normalmäßigen Geschosse — über die Classification derselben wird in den „Schlußbemerkungen" zu der Ausarbeitung über die Rotation ein Mehreres gesagt werden — würde dadurch mit derselben Sicherheit des Treffens die man bei normalmäßigen Geschossen erwarten kann, geschehen können.

Außerdem muß auf die Schnelligkeit und Richtung des Windes Rücksicht genommen werden, wenn man Fehlschüsse vermeiden will. Seine Wirkung muß, wenn die Richtung desselben mit der Visirebene zusammenfällt, auf die Längenabweichung von viel größerm Einfluß sein, als dies auf die Seitenabweichung der Geschosse bei normaler Richtung des Windes gegen die Bahn derselben der Fall sein wird.

Die Größe des Luftwiderstandes ist nämlich nicht von der absoluten Geschwindigkeit der Kugel, sondern von der Differenz der Geschwindigkeit der Luft und der Kugel abhängig, und nimmt in einem mehr als quadratischen Verhältnisse mit der Größe dieser Differenz zu, weshalb die durch Wind veranlaßte Längenabweichung mit der Entfernung in steigender Progression zunehmen muß. Bei einem hohen Bogenwurf muß die Differenz der durch Wind bewirkten Längen- und Seitenabweichung kleiner ausfallen als bei einem flachen Bogenschuß, weil die Zeitdauer der Bewegung des Geschosses größer und seine Geschwindigkeit kleiner ist, als wenn das Geschoß dasselbe Ziel im flachern Boden erreicht hätte.

Ist die Richtung des Windes normal gegen die Visirebene, so bewirkt derselbe eine beschleunigte Bewegung des Geschosses, wodurch dasselbe normal aus der Ebene seiner Bahn getrieben wird. Die beschleunigende Kraft des Windes entspricht der eines Luftwiderstandes gegen ein mit derselben Geschwindigkeit sich bewegendes Geschoß, und muß die Seitenabweichung desselben nahehin mit dem Quadrate der Zeit des Fluges im Verhältnisse stehen.

Beim Probeschießen der reitenden Artillerie zu Mühlberg im Jahre 1836 entstand ein Sturm, dem bald ein Gewitter folgte. Die durch denselben veranlaßte Seitenabweichung der Kugeln auf 1500 Schritt Entfernung war so bedeutend, daß die Geschütze nicht mehr aufs Ziel gerichtet werden durften, und trotz dem doch noch viele Kugeln an der entgegengesetzten Seite der Wand sichtbar aufschlugen.

Köln im October 1840.

X.

Theilnahme der ersten preußischen Pionier-Inspection an den Herbstübungen der ersten, zweiten und Garde-Corps im Jahre 1840.

Die ersten größeren Truppenübungen, unmittelbar nach dem Regierungsantritt des jetzt regierenden König's Friedrich Wilhelm IV. Majestät, fanden bei den in der Ueberschrift dieses Aufsatzes angegebenen Armeecorps in der bezeichneten Reihefolge statt. Unmittelbar nach der Uebung des in Preußen stationirten 1sten Armeecorps fand am 10ten September 1840 die Huldigung in Königsberg statt; von dieser begaben Sich Seine Majestät zu dem in Pommern stehenden 2ten Armeecorps und von da zum Garde-Corps nach Berlin, dessen Uebung vor Sr. Majestät vom 24sten bis 28sten September abgehalten ward, worauf am 15ten October die Huldigung in Berlin statt fand. So hatten diese 3 Corps die Ehre, unmittelbar unter den Augen Sr. Majestät und im Beisein der durch obige Umstände herbeigezogenen militairischen Notabilitäten zu manoeuvriren und zum erstenmal die auf Befehl Sr. Majestät des Königs vom Chef des Generalstabes der Armee entworfenen neuen Bestimmungen über die Uebungen der Armee in Ausführung zu bringen.

Schon in den ursprünglichen Entwürfen zu den Uebungen des 1sten und 2ten Armeecorps war auf die Heranziehung der zu denselben gehörenden resp. 1sten und 2ten Pionierabtheilnngen Bedacht ge-

nommen, und während des Feldmanoeuver bei Königsberg am 6ten September befahlen Se. Majestät der König Allerhöchst Selbst, daß auch bei den Manoeuvern des Garde-Corps die zugehörige Garde-Pionier-Abtheilung herangezogen werden sollte.

1. Theilnahme der 1sten Pionierabtheilung an dem Herbstmanoeuver des ersten Armee-Corps.

a. Am 14ten April 1840 rückte ein Detaschement von
1 Off. 1 Unteroff. 14 Pion.
von Danzig kommend, in Königsberg behufs des Lagerbaues bei Lauth, 1 Meile von Königsberg, ein. Diesem folgte am 7ten Mai ein eben so starkes Detaschement von . . . . . 1 = 1 = 14 =
Von dem hierdurch auf . . . . 2 Off. 2 Unteroff. 28 Pion.
stark angewachsenen Detaschement wurde unter Befehl des zu den Garnisonbauten des 1sten Armee-Corps kommandirten Ingenieurcapitains, die Gegend, wo man die Aufschlagung des Lagers beabsichtigte, untersucht, das Infanterielager abgesteckt, ein 350 Schritt langer und 30 Fuß breiter Colonnenweg von dem Dorfe Lauth nach diesem Lager angelegt und die Abzugsgräben für das Wasser gemacht; demnächst wurden die Vorarbeiten zu den Infanterie- und Cavallerielagern in der Art gemacht, daß die Waschbänke und Latrinen unter Heranziehung von Hülfsarbeitern vorbereitet, die Brunnen abgeteuft und mit gehendem Zeuge, so wie mit Wasserfässern versehen und mit Rasenbänken umgeben, die Kochheerde erbaut, eine Alarmredoute auf dem rechten Flügel des Infanterielagers angelegt, noch eine andere Schanze bei dem Dorfe Neudamm behufs der bevorstehenden Feldmanoeuver ausgebaut, die Zelte der Infanterie und Cavallerie geschlagen, Trockenplätze, Putzbänke u. dgl. vorgerichtet, das Terrain des Lagers an den Colonnenwegen geebnet und Piquetpfähle und Stallleinen für die Cavallerie angebracht wurden.

Mit dem 26sten August waren die hauptsächlichsten dieser Arbeiten vollendet und seitdem ward das Detaschement auf 1 Officier, 1 Unterofficier und 10 Pioniere reducirt, welchem die Beaufsichtigung

des Lagermaterials und seiner Reparaturen oblag. Die übrige Mannschaft wurde zu den Feldmanoeuvern herangezogen.

b. Behufs der Theilnahme der 1sten Pionier-Abtheilung an den Feldmanoeuvers des 1sten Armee-Corps gingen am 25sten August der Pionierinspecteur, der Abtheilungscommandeur nebst Adjudanten, 2 Officiere und 70 Unterofficiere und Gemeine über die Ostsee mit dem Dampfboot Rüchel-Kleist von Danzig nach Königsberg, indem hiedurch gegen einen Landmarsch von 9 Tagen 8 Tage Zeit gewonnen und Kosten erspart wurden. Der commandirende General befahl, daß der Pionierinspecteur bei seiner Person verbleiben, der Commandeur der 2ten Pionierabtheilung und der Garnison-Baudirektor dieses Armeecorps, ein Hauptmann des Ingenieurcorps, der 1sten Division zugetheilt und die übrigen, durch einen Landwehrpionierofficier und einen Theil des Lager-Commandos auf 4 Officiere und 89 Unterofficiere und Pioniere verstärkten Mannschaften der 1sten und 2ten Division unter obigen beiden Officieren zu gleichen Theilen beigegeben werden sollten. Der Pionier-Inspekteur erhielt jederzeit Tages zuvor die Generaldisposition zu dem morgenden Manoeuver und die Divisions-Ingenieure erhielten von ihren Divisionairen deren Specialdispositionen.

Die 1ste Pionierabtheilung hatte zum Transport der Brücken- und sonstigen Materialien und Geräthschaften 2 Sappeurwagen über See mitgenommen; es ward jedoch, da jeder derselben 4 Pferde zur Bespannung erfordert hätte, der Kostenersparniß wegen vorgezogen, obige Erfordernisse auf leichten 2spännigen Landfuhren zu transportiren, und, wo die Umstände es gestatteten, schon im Voraus in der Nähe der technisch zu verstärkenden Terrainpunkte niederzulegen. Die nicht von Hause aus berittenen Pionierofficiere erhielten an den Manoeuvertagen Reitpferde vom Lande gestellt.

Am 26sten August ward bei dem ersten Feldmanoeuver durch das Pionier-Detaschement der 1sten Division ein Uebergang über das Lauthsche Mühlenfließ mittels einer Bockbrücke gemacht, nachdem vorher eine seitwärts aufgestellte Batterie den Feind von dem linken Ufer des Mühlenfließes vertrieben und eine Tirailleurlinie bis an das rechte Ufer desselben vorgeschoben worden. Beim weiteren Vordringen der Avantgarde schlug dieses Detaschement noch zwei Bockbrücken

am Arnauer Waldhäuschen, mit Zuhülfenahme von 120 Infanteristen des 5ten Landwehrregiments, über den Abflußkanal des Lautschen Sees.

Bei dem am 27sten August stattgefundenen Corps-Manoeuver mit markirtem Feinde zwischen Neuhausen und Mandeln wurden die Pioniere beider Divisionen den Avantgarden zugetheilt und beseitigten die den Bewegungen der Truppen und besonders der Artillerie in dem mit Gräben, Sümpfen und hügeligem Heidelande (Palwen) durchsetztem Manoeuverterrain.

Am 28sten August defilirtem die Pioniere mit den übrigen Truppen in der Parade vor dem kommandirenden General.

Bei dem zweiten Feldmanoeuver am 29sten August, welches zwischen dem Tharauer Kruge an der Chaussee nach Tapiau am linken Ufer des Lauthschen Mühlteiches und dem Dorfe Lapsau stattfand, wurden von der 2ten Division die am 26sten desselben Monats am Arnauer Waldhäuschen geschlagenen Brücken wieder benutzt und demnächst in Sicherheit gebracht. — Von der 2ten Division ward die am 26sten August über das Lauthsche Mühlenfließ geschlagene Brücke in gleicher Art benutzt. Außerdem errichteten die Pioniere der 2ten Division bei dem Rückzuge aus Wagnicken gegen Lapsau 3 Barricaden, welche aus Dorfhecken, Wagen, Schlitten, Holzkloben, Hechselladen, Leitern, Brettern und Pfählen konstruirt wurden, im Dorfe Wagniken. Jede dieser Barrikaden ward zur Uebung von den Pionieren der 1sten Division, unterstützt von ihrer Infanterie, aufgeräumt. Aehnliche Barricaden wurden auch beim Eingange und in der Mitte des Dorfes Lapsau gemacht.

Am 30sten August nahmen die Pioniere Theil an dem Gottesdienst im Beisein Sr. Majestät des Königs.

Vom 31sten August ab fanden sämmtliche Feldmanoeuvers unter den Augen Sr. Majestät des Königs statt, und zwar zunächst das 3te Feldmanoeuver am 31sten August. Bei diesem wurde das Pionier-Detachement der 1sten Division zur Schlagung einer Brücke über den Sprindbach unweit Königsberg bestimmt. Das Detachement der 2ten Division wurde zur Vertheidigung und Verbarricadirung der zu dem Ende vorher recognoscirten Festungsfronten von Königsberg vom Sackheimer bis zum Königsthore gebraucht.

Beim

Beim 4ten Feldmanoeuver am 1sten September wurde angenommen, daß die 2te Division bereits Königsberg geräumt und ihren weiteren Rückzug von dem Rassengärtner Thor und von dem Friedländer Thor aus gegen die Höhen von Ponarth und Awenden genommen habe, von wo aus dieselbe sich gegen die berliner Straße über Wundlacken und Kalgen ziehen wollte. Dagegen rückte beim Anfange des Manoeuvers die 1ste Division aus gedachten Thoren gegen die Stellung von Ponarth und Awenden vor, bei welcher Gelegenheit das derselben zugetheilte Pionier-Detaschement eine Bockbrücke über einen Seitenarm des Beckfließes schlug.

Durch das Detaschement der 2ten Division wurden während des Rückzuges derselben 2 Bockbrücken über den Landgraben, südlich von Wundlacken geschlagen, auch außerdem 3 bei Bergau vom Feinde bereits zerstörte Uebergänge wiederhergestellt. Nachdem die 2te Division unweit Wundlacken ihr Bivouac bezogen, wurden durch ihr Pionier-Detachement die nach dem Feinde hin führenden Brücken durch Wegnahme der Belagbretter und durch Barricadirungen unbrauchbar gemacht, so daß sie von der 1sten Division bei dem von derselben gemachten nächtlichen Ueberfall nicht benutzt werden konnten.

Bei dem 5ten Feldmanoeuver am 2ten September zog sich die erste Division aus ihrer Aufstellung bei Wundlacken bis zum Ponarther Terrainabschnitt vor den Südfronten von Königsberg zurück, wo auf Befehl Sr. Majestät des Königs Halt gemacht und ein rangirtes Gefecht angenommen wurde. Das Pionier-Detachement dieser Division verbarricadirte an diesem Tage auf den Landstraßen bei Wundlacken 2 Brücken und errichtete im Dorfe Ponarth mittels großer Steine, Wagen, deren Räder abgezogen wurden und quer über die Straße gelegte Baumklötze, Barricaden.

Bei der 2ten Division wurden während ihres Vorrückens die am 1sten September bei Wundlacken erbauten 2 Bockbrücken nach Seepoten vorgeschoben.

Der Ruhetag am 3ten September wurde vom Pionier-Detachement der 2ten Division für den auf den folgenden Tag festgesetzten Angriff der Südfronten von Königsberg und zu den dazu erforderlichen technischen Vorarbeiten benutzt.

Bei diesem Angriff auf Königsberg, womit das 6te Feldmanoeuver am 4ten September begann, stand das der vertheidigenden 2ten Division beigegebene Pionier-Detaschement an den Rassengärtner- und Friedländer-Thoren, welche beide durch fortificatorische Zurichtung der nebenanliegenden Gehöfte mittels Echaffaudagen, Schartenvorrichtungen, Barricaden u. dgl. und durch Verrammelungsvorrichtungen der Thore selbst in vertheidigungsfähigen Stand gesetzt waren. Auch ward für den Fall, daß der Feind, nach Erstürmung des Rassegärtner Thores, lebhaft gegen Fort Friedrichsburg vordringen sollte, die auf dem Philosophendamm dorthin führende Brücke barricadirt.

Nachdem der Hauptwall von Königsberg durch die 2te Division stürmend genommen, wobei die derselben zugetheilten Pioniere mit mehreren für die Sturmcolonnen im Laufe des Gefechts erforderlichen Laufbrücken über das sumpfige Vorterrain, so wie mit Wegräumung der feindlichen Hindernisse beschäftigt worden, zog sich die 1ste Division fechtend bis Quednau, 1 Meile nördlich von Königsberg, zurück, womit dieser Manoeuvretag geschlossen ward.

Beim 7ten Feldmanoeuvre, am 5ten September, wurde bei der 1sten Division das Pionier-Detachement in 2 Hälften getheilt, wovon die eine Hälfte der Arriergarde des linken Flügels und die andere der des rechten Flügels beigegeben wurden, um die von dieser Division bei ihrem weiteren Rückzuge passirten Brücken abzubrechen und zu barrikadiren. Im Laufe des Gefechts ward jedoch diese Division durch ein glückliches Arriergardengefecht, wodurch die Avantgarde der 1sten Division mit ihrem Brückentrain ins Gedränge gebracht wurde, veranlaßt, wiederum die Offensive zu ergreifen, wodurch jene Vertheidigungsmaaßregeln entbehrlich wurden.

Am 6ten September Ruhe.

Am 7ten September nahmen sämmtliche Pioniere an den Bewegungen des Corpsmanoeuvers, wo sie bei der Avantgarde eingetheilt waren, Theil, und marschirten am 8ten September mit den übrigen Truppen des 1sten Armee-Corps in Parade vor des Königs Majestät vorbei.

Die Tage vom 9ten bis 11ten September, in welche die Huldigungsfeierlichkeiten in Königsberg fielen, wurden von Sr. Majestät dem Könige sämmtlichen Truppen zur Erholung frei gegeben.

Am 12ten September marschirte hierauf das Pionier-Commando der 1sten Abtheilung zu Lande von Königsberg ab und kam, nach Zurücklassung eines kleinen Lager-Commandos in Lauth, welches am 26sten September nachkam, am 23sten September in Danzig an.

2. Theilnahme der 2ten Pionierabtheilung an dem Herbstmanoeuver des 2ten Armee-Corps.

a. Schon vom Anfange des Monats Juli ab waren unter Befehl eines Ingenieur-Capitains, 2 Officiere, 3 Unterofficiere und 20 Pioniere obengedachter Abtheilung zum Lagerbau neben Stargardt commandirt, und vom 1sten August ab ward dies Commando auf 2 Officiere, 4 Unterofficiere und 40 Mann verstärkt. Das Lager ward in gleicher Art wie das des 1sten Armee-Corps eingerichtet.

b. Außerdem hatte der commandirende General des 2ten Armee-Corps die Vorrichtung des Materials für mehrere bei den bevorstehenden Feldmanoeuvers erforderliche Brückenübergänge im Voraus angeordnet. Behufs Ausmittelung der hiezu erforderlichen Arbeiten ward vom 22sten bis 30sten Juni eine Recognoscirung der Wasser-Communicationen von Stettin bis Stargardt und der auf dem dortigen Manoeuverterrain über den Ihnafluß von Clempin bis Stargardt, so wie über das Krampehlfließ von Stargardt bis Dahlow und der auf der gestohlenen Ihna von Pansin bis Goldbeck zu bewirkenden Uebergänge, gemacht. In Folge derselben ward unterm 15ten August ein Detachement von 2 Officieren, 5 Unterofficieren und 50 Pionieren, mit 10 Pontons und dem Requisit zu Bockbrücken auf 200 Fuß Länge, zu Wasser von Stettin nach Stargardt geschickt. Dies Detachement traf am 20sten August ein und es ward von ihm im Dorfe Clempin, ½ Meile unterhalb Stargardt an der Ihna, ein Materialiendepot eingerichtet, und neben diesem Dorfe eine aus 7 Pontons bestehende Brücke zur Communication der Manoeuvertruppen von und nach Stargardt errichtet, auch ein zu dieser Brücke führender Colonnenweg erbaut, so wie die Ausbesserung mehrerer Wege und die Einrichtung einer dazu gehörenden Feldbockbrücke bewirkt.

Am 24sten August wurden 1 Officier, 3 Unterofficiere und 30 Mann dieses Detachements zur Abtheilung nach Stettin zurückgeschickt, so daß noch 1 Officier, 2 Unterofficiere und 20 Mann zur Beaufsichti-

gung der Arbeiten und der Durchlaßöffnung auf der Clempiner Pontonbrücke zurückblieben. Diese führten auch während der beiden ersten Perioden der Truppenübungen (in Brigaden und waffenweise) einzelne kleine Ueberbrückungen des Krampehlfließes aus.

Am 3ten September stießen zu obigem Detachement noch 1 Officier, 4 Unterofficiere und 46 Mann, so daß die zu den Feldmanoeuvres disponiblen Pioniere in 2 Officieren, 6 Unterofficieren und 66 Mann bestanden. Der Abtheilungscommandeur mit dessen Adjudanten befanden sich im Hauptquartier des kommandirenden Generals.

In die nun folgende Periode vom 4ten bis 9ten September fielen die Vorübungen des 2ten Armee-Corps. Während derselben wurde obiges Detachement am 4ten zur Schlagung einer Bockbrücke über das Krampehlfließ, behufs eines Corpsmanoeuvers, am 5ten September zur Ausmittelung von Tränken und zu Vorrichtungen zum Schöpfen des Trinkwassers an den Bivouacplätzen gebraucht.

Am 6ten September war Ruhetag und am 7ten Vorbeimarsch des 2ten Armeecorps incl. obiger Pioniere vor seinem kommandirenden General.

Während des Feldmanoeuvers vom 10ten bis 16ten September, als der vierten Periode der Corpsübung, waren die Pioniere auf Befehl des kommandirenden Generals in 2 zu gleichen Stärken abgetheilten Detachements der 3ten und 4 Division beigegeben worden.

Am 10ten September, als dem ersten Feldmanoeuvertage, ward nach der Generaldisposition die 4te Division durch die 3te beim Dorfe Dahlow über das Krampehlfließ gegen Osten zurückgedrängt, wobei unter dem Schutz der Avantgarde der 3ten Division 2 Bockbrücken über das Krampehlfließ und einige Laufbrücken über Wiesengräben geschlagen wurden. Die bei der 4ten Division stehenden Pioniere tracirten beim weiteren Rückzuge derselben auf den östlich von Dahlow gelegenen Heidebergen am 11ten September eine Feldverschanzung, wodurch die dritte Division von der weiteren Verfolgung abgehalten wurde.

Am 12ten September wurden beide Pionierdetachements bei ihren Divisionen zur Ermittelung und Gebrauchseinrichtung von Tränken verwendet.

Am 13ten September fand, unter Zuziehung beider Detachements, ein 2tes Feldmanoeuver bei Wudarge statt, bei welchem die beiden Pionier-Detachements wieder keine weiteren Functionen als die Einrichtung der Tränken beim Einrücken der Truppen in's Bivouac bekamen.

An demselben Tage kam der Pionierinspecteur von den Manoeuvers des 1sten Armeekorps bei Königsberg an, übernahm in derselben Art, wie dort, auch hier die Leitung der Pionierangelegenheiten recognoscirte

am 14ten September, als einem Ruhetage, das Manoeuverterrain für die folgenden Tage und bewirkte von Seiten des kommandirenden Generals den Befehl, daß die Pioniere zu keinen anderen Dienstverrichtungen als zu den im Laufe der Gefechte vorkommenden technischen Arbeiten gebraucht werden durften. An demselben Tage trafen des Königs Majestät im Hauptquartier zu Barskewitz ein.

Am 15ten September, als dem 3ten Feldmanoeuvertage, folgten die beiden Pionier-Detachements ihren Divisionen, ohne jedoch im Gefecht angewendet zu werden.

Am 16ten September, als am 4ten Feldmanoeuvertage, dagegen wurden von den Pionieren der im Rückzuge begriffenen 3ten Division 3 Brücken über das Krampehlfließ zwischen Zarzig und Kupferhammer vor dem Feinde geschlagen und beim Hin- und Zurückgehen des Gefechts abgeworfen, barricadirt und aus nebenbei aufgeworfenen Feldverschanzungen durch Infanterie vertheidigt; wogegen die Pioniere der nachfolgenden 4ten Division die Instandsetzung dieser Brücken und die Wegräumung und Beseitigung der dem Uebergange über dieselben entgegengestellten Hindernisse bewirkten. Dies Alles geschah unter den Augen und zur Zufriedenheit Sr. Majestät des Königs. — An demselben Tage ward auch das Dorf Zarzig durch Pioniere der 3ten Division barricadirt.

Am 17ten September war Ruhetag und am 18ten Parade vor Sr. Majestät dem Könige, wobei die 2te Pionier-Abtheilung mit den übrigen Truppen vorbei defilirte.

An dem am 19ten September stattfindenden Corpsmanoeuver nahmen die Pioniere auf Befehl des kommandirenden Generals keinen

Theil, indem das dazu gewählte Terrain offen war und die Pioniere ihr Brückenmaterial indessen zusammenbringen mußten. — Am 20sten September ward auch die Clempiner Brücke abgebrochen und auf Pontons geladen, welche zu Transportmaschienen verbunden, mit dem Manoeuver-Detachement am 22sten September in Stettin wieder ankamen.

3. Theilnahme der Garde-Pionier-Abtheilung an dem Herbstmanoeuvre des Garde-Corps.

Nachdem auf Befehl Sr. Majestät des Königs und auf specielle Anordnung S. K. H. des Prinzen von Preußen die Garde-Pionier-Abtheilung durch den Pionier-Inspecteur von Königsberg aus instruirt worden, daß bei dem bevorstehenden Herbstmanoeuver 2 Detachements, ein jedes von etwa 1 Capitain, 1 Lieutenant und 60 Mann zu den resp. 1sten und 2ten Garde-Divisionen stoßen sollten, wurde durch einen Capitain das Manoeuverterrain, in Folge der von dem interimistischen General-Commando gegebenen Weisungen, recognoscirt und demnach die Stärke für jedes Detachement auf durchschnittlich 1 Capitain, 3 Lieutenants, 10 Unterofficiere, 72 Mann und 2 Hornisten bestimmt.

Zum Transport des zu den beabsichtigten Manoeuver-Uebergängen erforderlichen Brückenmaterials wurden für jedes obiger Detachements 12 vierspännige Wagen verlangt; es konnten jedoch nur 8 bewilligt werden. Diese 8 Wagen wurden in 2 Brückenequipagen von 3 Wagen und 1 dergl. von 2 Wagen abgetheilt. Die Brückenequipagen von 3 Wagen führten das Material zu 80 Fuß Bockbrückenlänge mit. Jeder Equipage war noch ein 2spänniger Wagen zur Mitnahme von Reserve-Handwerkszeug beigegeben. Jeder der 4spännigen Wagen erhielt außer dem Gewicht des Wagens eine Belastung von 2630 Pfund, mithin auf das Pferd 8½ Centner, welche zwar, so lange der Weg chaussirt oder hart war, fortgebracht wurden, im sandigen Wege aber die Kräfte der ohnedies nicht starken Landpferde in dem Maaße überstiegen, daß theils die Begleitungsmannschaft nachhelfen, theils ⅓ der Last abgelegt und später nachgeschafft werden mußte.

Die Begleitungsmannschaft wurde, der Eintheilung des Trains entsprechend, in 3 Abtheilungen getheilt, deren jede von 1 Officier ge-

führt ward. Die Marschordnung war folgende: a) 1 Zug Pioniere, b) 1 Brückenequipage von 3 Wagen, c) 1 Zug Pioniere, d) 1 Brückenequipage von 3 Wagen, e) ½ Zug Pioniere, f) 1 Brückenequipage von 2 Wagen und ein Reservehandwerkzeugwagen, g) ½ Zug Pioniere. Jeder Wagen erhielt seinen besonderen Aufseher.

Die Feldmanoeuvres des Garde-Corps fanden am 24sten und 25sten September statt und am 24sten früh rückten beide Detachements auf die Rendevous ihrer Divisionen.

Die 1ste Garde-Division hatte ihr Rendezvous bei Friedrich-Wilhelmsbrück, Front gegen Berlin. Beim Vorrücken gegen Berlin folgte die Brückenequipage in der Reserve; zur Deckung ging ein Zug Tirailleurs an der Spitze, ein Zug Husaren an der Queue. Bei Neu-Zehlendorf brach das Pionier-Detachement von der Chaussee gegen Klein-Machnow aus, um bei einem Rechtsabmarsch der Division dort zum Brückenschlagen über das Beckfließ verwendet zu werden. Um vom festen Terrain aus die hier im Sumpf fließende Beck zu erreichen, wurden 2 Modderbrücken gelegt. Ehe jedoch die größere Brücke zu Stande kam, ward das Gefecht auf höhern Befehl abgebrochen.

Von der 2ten Garde-Division war dem Pionier-Detachement das Jagdschloß Grunewald als Rendezvous angewiesen, wo es, da das Gefecht keine Gelegenheit zu seiner Verwendung darbot, während des Manoeuvers stehn blieb.

Am 25sten September wurden bei der 1sten Garde-Division noch 2 vierspännige Wagen zur Erleichterung des Transports in dem sandigen Boden gestellt. Die Brückenequipage der 1sten Garde-Division ward von dem Bivouacplatz hinter der vorrückenden Infanterie bis Heidersdorf gezogen, wo das Manoeuvre nahe an Marienfelde endigte, ohne daß die Equipage zum Brückenschlagen gebraucht werden konnte.

Das Pionier-Detachement der 2ten Garde-Division rückte um 5 Uhr Morgens aus dem Bivouac und schlug 2 Bockbrücken über die Becke zwischen Gießendorf und Lichterfelde.

Am 26sten September war Corpsmanoeuver, bei welchem die Brückenequipagen keine Gelegenheit hatten in Thätigkeit zu kommen.

Am 27sten September Ruhetag.

Am 28sten September Parade vor S. M. dem Könige.

Ueberall zeigte sich bei diesen Manoeuvers ein bereitwilliges Entgegenkommen der Truppencommandeure der übrigen Waffen, um die Hülfsleistungen der Pioniere, so weit das Terrain es erlaubte, zu benutzen, so wie gegenseitig die Pioniere sich den Bewegungen und Bedürfnissen der Truppen nach Möglichkeit anschlossen. Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten dabei liegen immer in der Wahl desjenigen Punktes in der ordre de bataille, wo die Pioniere für die Dauer der Gefechte ihren Vereinigungspunkt finden sollen, indem dieser für einen jeden Hauptmoment des Gefechts ein anderer ist und keinen bestimmten Regeln unterworfen werden kann, so wie in der zeitgemäßen Beschaffung der dem jedesmaligen Zweck entsprechenden technischen Mittel; ferner in der Innehaltung der nöthigen Zeitabschnitte, nach Umständen: entweder von Seiten der Pioniere, um in der gegebenen Zeit mit der befohlenen Arbeit fertig zu werden, oder von Seiten der Truppen, um ihre Gefechtsbewegungen nach Maaßgabe der zu der technischen Arbeit unumgänglich erforderlichen Zeit einzutheilen, und endlich in einer hinreichenden Deckung der technischen Ausführung. Es steht daher von den fortgesetzten Uebungen im Zusammenwirken technischer mit den übrigen Truppen im Feldgefechte noch viel Belehrendes für beide Theile zu erwarten.

XI.

Notiz über einige Unternehmungen während der Belagerung von Danzig im Jahre 1807.

(Aus dem Spectateur militaire. Juniheft 1841.)

Ein thätiger Augenzeuge dieser Unternehmungen legt hier seine lehrreiche Erinnerungen derselben nieder, welche zugleich ein neuer Belag über den rühmlichen Geist sind, mit dem Danzig 1807 preußischer Seits vertheidigt wurde.

1. Gewaltsame Krönung des Glacis vor Ravelin Horn, am Hagelsberge.

Dem Fortgange der doppelten Sappe, welche gegen den ausspringenden Winkel des Angriffsravelins geführt ward, stellten sich große Schwierigkeiten entgegen. Der Feind hatte nämlich einen Theil seiner Geschütze noch in Thätigkeit erhalten und zerstörte durch dieselben alle Augenblicke die Sappentête; auch wurden jede Nacht oder eine Nacht um die andere Ausfälle gemacht, wodurch unsere Sappeure außer Gefecht gesetzt oder zur Flucht genöthigt und die während des Tages mühsam gemachten Arbeiten zerstört wurden.

Es war auffallend, daß der Feind jetzt noch, nachdem die Tranchee schon seit 28 Tagen eröffnet war, Geschütze auf dem Wall erhalten hatte. Indessen erklärte sich dies dadurch, daß die linke Face des rechten Flügelbastions (Bastion Jerusalem) der Angriffsfronte ihrer Lage nach nicht ricochettirt werden konnte, weshalb unsere Wirkung

gegen seine Artillerie auf Demontirschüsse und Bombenwürfe beschränkt werden mußte. Bomben aber waren im Belagerungsdepot nur wenige vorhanden und man ging mit denselben um so sparsamer um, als die Angriffsfronten so hoch über dem Horizont der hinterliegenden Stadt Danzig liegen, daß man weder ihre Wirkung beurtheilen, noch ihre Flugbahn gehörig einrichten konnte. Die Demontirschüsse dagegen wurden unsern Artilleristen dadurch erschwert, daß der Feind, um sie zu täuschen und vom ferneren Schießen abzuhalten, seine Schießscharten sämmtlich mit gefüllten Batteriekörben so aussetzte, als wären sie schon unbrauchbar geworden, in ihrer Nähe aber, geschützt durch die Brustwehr des Walles, seine Geschütze (wahrscheinlich Feldgeschütze) aufstellte, und diese von Zeit zu Zeit hinter dem Batteriekorbe in Bereitschaft stellend, den Batteriekorb plötzlich wegnahm, 2 oder 3 Schuß auf die Sappentête abgab und dann die Scharte wieder blendete.

Dieser Schwierigkeiten ungeachtet rückten die Trancheearbeiten vorwärts und man war am 17ten Mai 1807 bis auf 12 Meter (37 Fuß preuß.) vom ausspringenden Winkel des Angriffsravelins gekommen, als der Marschall Lefebvre den Befehl gab, die Glaciscrête gewaltsam zu krönen.

Erfahrungsmäßig gehört dieses Manoeuvre zu den gefährlichsten des Belagerungskrieges und wenn nicht vorher alles Feuer des Feindes gedämpft ist, wovon man hier noch entfernt war, verliert man dabei viele Leute. Den Marschall konnte demnach nur folgender wichtiger Beweggrund dazu bestimmen: Der Feind war nämlich unterirdisch aus einem Minenschacht, welchen er im gedeckten Wege vor dem gedachten Angriffs-Ravelin abgeteuft hatte, mit einer Gegenmine unter unsere Trancheearbeiten gegangen; unsere Mineure behaupteten sogar, daß er sich schon mit Ladung seiner Minenöfen beschäftige. Der Marschall besorgte daher mit Recht, daß eine Explosion dieser Gegenminen bei unsern Soldaten die Furcht erzeugen könne, alle Theile des Glacis seien unterminirt und daß dies auf ihre Haltung nachtheilig einwirken könne.

Die Ausführung der gewaltsamen Krönung kommandirte Oberst Lacoste, Adjudant des Kaisers. Ich stand unter ihm mit dem Hauptmann Beaulieu und dem Lieutenant Barthelemy.

Dreihundert auserwählte Leute, jeder mit einem Schanzkorb und einem Spaten versehen, sollten mit einbrechender Nacht aus der doppelten Sappe vorbrechen, welche längs der Kapitallinie des Ravelin Horn vorgetrieben wurde und die beiden Seitenäste seines gedeckten Weges schnell mit ihren Schanzkörben einfassen. Man hatte ihnen nur Spaten gegeben, weil der schon ursprünglich sandige Boden, aus welchem das Glacis bestand, erst vor Kurzem aufgeschüttet war, indem der Feind dieses Glacis erst während der ersten Tage der Einschließung gebildet hatte. Zwei Detaschements, ein jedes zehn Mann stark, sollten sich auf die eingehenden Waffenplätze werfen, um den Feind aus denselben zu vertreiben, und der Sergeant vom Genie, Choppot, mit zwei Sappeuren, denen Aexte und Sägen mitgegeben wurden, sollte in den gedeckten Weg dringen, sich gegen die Minenschächte wenden und in dieselben hinabsteigen, um die Mine zu entdecken und ihre Gallerie zu zerstören.

Am 7ten Mai beim Einbruch der Nacht brachen die Arbeiter aus der doppelten Sappe vor; sie hatten jedoch noch nicht obige 37 Fuß von der Sappentête bis zum bedeckten Wege zurückgelegt, als dreißig oder vierzig von ihnen, durch Kartätschschüsse außer Gefecht gesetzt wurden, welche der Feind von der Spitze des Ravelins und von den beiden Bastionsfacen dieser Fronte gegen sie schleuderte. Der Génie-Capitain Beaulieu war unter dieser Zahl und erhielt einen Schuß in das Bein. Aus der Festung wurden Feuertöpfe (**Pôts à feu**) geworfen, welche hinter uns auf das Glacis fielen und uns dem Feinde so deutlich wie am hellen Tage zeigten. Wir blieben die ganze Nacht hindurch diesem Kartätsch- und außerdem noch einem lebhaften Kleingewehrfeuer ausgesetzt, und nur wenige von uns wurden davon verschont. Wir schützten uns so gut wir konnten, selbst durch die Körper unserer gefallenen Kameraden. Das Blutbad war so groß, daß der Oberst Lakoste mir zurief: „Denken wir daran, um dergleichen nicht mehr zu unternehmen".

Mit Tagesanbruch hatte man sich auf der geringen Ausdehnung gedeckt, welche die übrig bleibenden Arbeiter mit Schanzkörben besetzen konnten. Dessenungeachtet wurde der Lieutenant Barthélemy, welcher groß von Wuchs war und sich einen Augenblick bloß gegeben hatte, durch ein Wallgewehr schwer verwundet. Der Sergeant

Choppot kam nun um 10 oder 11 Uhr mit 3 gefangenen feindlichen Mineuren an *).

2. Krönung des Minentrichters einer Druckkugel gegen das Blockhaus in dem eingehenden Waffenplatze rechts.

Dieses Blockhaus, welches von keiner Batterie gesehen und deshalb auch nicht zerstört werden konnte, war mit der Courtine der Angriffsfront durch eine bedeckte Kommunikation verbunden. Man sah sich deshalb genöthigt, es auf unterirdischem Wege anzugreifen. Der Mineur-Capitain Lebrun erhielt den Befehl, den Bau dieser Minengallerie zu leiten, an deren Ende der Minenofen spielen sollte. Diese Arbeit wurde am 16ten Mai des Abends beendigt.

Ich übernahm an diesem Tage den Dienst und fand bei meiner Ankunft den Capitain Lebrun in der zweiten Parallele, wo er die Wirkung der Minenzündung, die so eben erfolgt war, abwartete. Die Explosion erfolgte und bei dem Anblick mehrerer Holzstücke, welche in die Luft geschleudert wurden, zweifelte der Capitain Lebrun nicht an der Aufsprengung des Blockhauses und ging ab, um die Nachricht davon in das Hauptquartier zu bringen.

Ich warf mich sogleich mit den Officieren meiner Brigade und den im Dienst befindlichen Sappeuren in den Minentrichter; jedoch waren wir erstaunt, als wir die Erde von der Seite des Blockhauses abschälten und dieses völlig unversehrt fanden. Wir wurden noch mehr überrascht, als aus den Scharten des nun frei gewordenen Blockhauses und aus den Spalten, welche zwischen den durch die Minenwirkung aus ihrer Lage gebrachten Wandhölzern klafften, Gewehrschüsse erhielten. Einige Sappeure wurden verwundet, der Genie-Capitain Migneron wurde getödtet und wir mußten für den Augenblick den Minentrichter räumen. Eine Stunde nachher kamen wir jedoch mit Bohlen wieder, welche die Sappeure so trugen, daß sie den Körper dadurch deckten und dann gegen die Schießscharten und

*) Ohne jedoch seinen Auftrag der Zerstörung der feindlichen Minen erfüllt zu haben.

Der Übersetzer.

Spalten lehnten. Mit Anbruch des Tages war der Minentrichter zwar gekrönt, jedoch von dem gegenüber liegenden Bastion eingesehen und wir mußten uns deshalb tiefer eingraben.

In den folgenden Tagen ward versucht, das Blockhaus mittels Pechfaschinen in Brand zu stecken, jedoch ohne Erfolg.

Der Genielieutenant Tholozé wurde bei diesen Versuchen getödtet.

3. Ausgrabung der Pallisaden in dem Graben vor der linken Face des rechten Flügelbastions und Vorbereitungen zum Sturm.

Inzwischen wurde mittels der vollen Sappe der ganze Glacisrand vor der linken Face des Angriffsbastions gekrönt, wobei viele Schwierigkeiten obwalteten. Da nämlich der gedeckte Weg durch kein Geschoß des Belagernden getroffen werden konnte, so schlich sich der Feind, dem der Zugang zu unserer Sappenlinie leicht ward, längs derselben mit Körben heran, welche mit Handgranaten gefüllt waren, die er gegen die Sappentête schleuderte. Zuweilen versuchte er auch mittels des Sappenhakens den Rollkorb und selbst die Sappeure herüber zu ziehen. Eines Tages, als der Capitain Coilet den Dienst hatte, gab es einen hartnäckigen Kampf zwischen den Belagerten und unsern Sappeuren, indem der Feind einen ihrer Kameraden auf diese Art gefaßt hatte und es viele Mühe kostete, das Herüberziehen desselben nach der Festung zu verhindern. Ich versuchte, den Handgranaten, welche wir nicht hatten, mit größern Haubitzgranaten zu antworten; es fand sich iedoch nur ein Sappeur, der dazu stark und geschickt genug war, und doch brachte er die angezündete Granate nicht einmal ganz über die Brustwehr unserer Sappe, so daß sie beim Zerplatzen uns eben so gefährlich wurde als dem Feinde.

Dieser Kampf hörte auf, als man bis zur Descente vom gedeckten Wege in den Graben kam, deren Ausführung wieder andere Schwierigkeiten machte, weil der gedeckte Weg keine Traverse hatte, hinter welcher sich die Descente schützen konnte, nnd weil gegentheils der Wallgang des gedeckten Weges treppenförmig gegen die Spitze anstieg. Da aus diesen Gründen der Anfang der Descente von der Courtine und der rechten Flanke des linken Flügelbastions der Angriffs-

front gesehen wurde, wo der Feind noch Artillerie erhalten hatte, so mußte dieser Anfang bedeckt ausgeführt werden.

Im Fortgange der Arbeit beschäftigte man sich damit, die Pallisadenreihe zu zerstören, welche längs der Mitte des Grabens eingesetzt war. Diese Pallisaden bestanden aus Baumstämmen von 9½ Fuß Länge und 11 bis 15 Zoll Dicke. Um zu ihrem Fuß zu gelangen, mußte man eine Grabenbreite von 6 Fuß Breite überschreiten, die mit starken, spitzen, 15 Zoll über den Erdboden vorstehenden Pfählchen besetzt war.

Ich hatte gerade nicht den Dienst, als die ersten Versuche zur Oeffnung dieser Pallisadenreihe gemacht wurden. Anfänglich suchte man sie durch Pechfaschienen, welche man an ihrem Fuß anzündete, zu verbrennen; doch erfolgte nur eine theilweise Verkohlung. Später rollte man Pulverfässer gegen sie, welche demnach gezündet wurden; doch bestand die Wirkung dieser Pulverzündung nur darin, daß einige dieser Baumstämme aus ihrer Lage gebracht wurden; sie waren nämlich in das sandige Erdreich des Grabens einzeln und ohne Schwellen eingesetzt, weshalb blos die Spitzen oben auseinander gingen, ohne daß eine völlige Bresche in der Pallisadenreihe entstanden wäre. Endlich versuchte man, diese Pallisaden mit der Axt wegzuhauen; der Feind lief jedoch hinter den Pallisaden herbei und tödtete die Sappeure durch Bajonnetstiche.

Indessen schickte der Kaiser, dem die Belagerung sich zu lange hinzog, wiederholt seine Adjudanten zum Marschall Lefebvre und schrieb ihm alle Tage, es wäre Zeit, Danzig mit Sturm zu nehmen. Der Marschall würdigte mich eines Tages der Ehre, mich in der Tranchee um meine Meinung über einen ähnlichen, so eben eingegangenen, Befehl zu fragen. Ich antwortete ihm: daß man sich zum Sturm erst dann entschließen könne, wenn zuvor diese Pallisaden weggeräumt sein werden. Der Marschall theilte diese Meinung und drückte sich demnach sehr stark gegen diejenigen aus, die, nach seiner Meinung, dem Kaiser schrieben, daß die Birne nur so zum Abschütteln reif sei.

Zwei Tage später, am 20sten Mai des Morgens, löste ich bei der Grabendescente den diese Sappeurbrigade kommandirenden Ingenieurofficier ab, der mir sagte, daß er versucht habe, die Pallisaden ab-

hauen zu lassen, daß die Sappeure es aber nicht zuwege gebracht hätten; 2 von ihnen, welche dabei getödtet worden, zeigte er mir.

Dabei ist zu bemerken, daß nicht blos die spitze Verpfählung den Zugang zu den Pallisaden erschwerte, sondern daß auch der Feind sie durch Geschütze deckte, welche auf der rechten Flanke des linken Flügelbastions aufgestellt waren, so wie auch Infanterie die Ruinen des Blockhauses besetzt hielt und die Pallisaden unmittelbar vor der Mündung der Gewehre im Rücken beschoß.

Ich wußte nicht, was ich machen sollte, als um 8 Uhr Morgens General Bertrand, Adjudant des Kaisers, in der Descente erschien und mir sagte, er habe den Kaiser sehr mißvergnügt verlassen, weil noch immer kein Sturm erfolge und er hoffe, ich werde Mittel finden, die Pallisaden, als das einzige Hindernißmittel gegen den Sturm, zu beseitigen.

Nach einigem Nachdenken antwortete ich ihm, daß ich ein Mittel versuchen wolle; es sei aber so zweifelhaft, daß ich es ihm jetzt nicht sagen wolle, weil er es für unausführbar halten dürfte. Wenn es gelänge, würde ich ihm davon sogleich Nachricht geben.

Ich kehrte in die Krönung des gedeckten Weges zurück, nahm mir 8 Sappeure mit einem Sergeanten, die einige Spaten und Hakken mitnehmen mußten und sagte ihnen: „Wir wollen in den Graben niedersteigen, die feindlichen Kanoniere können uns nicht sehen; da sie nämlich Befehl haben, unaufhörlich zu schießen, so benimmt ihnen der Pulverdampf die Aussicht. Die Leute im Blockhaus sind eingeschlafen und die Schildwache hat sich gewiß in eine Ecke gedrückt, um den Gewehrkugeln nicht ausgesetzt zu sein.“ Bei diesen Worten sagte ein Soldat vom 12ten Infanterieregiment, Franz Valé, der mich hörte, zu mir: „Glauben Sie, Capitain, daß es nur unter den Sappeuren brave Leute giebt?“ „Wohlan denn,“ sagte ich ihm, „nimm 3 oder 4 gute Leute von Eurem Regiment mit und seid mit dabei.“ Seine Wahl war bald getroffen, und diese 13 Mann stiegen mit mir, einer nach dem andern, in den Graben, indem sie sich schon in der Descente der Länge nach auf die Erde legten und sich so herabgleiten ließen, um nicht gesehen zu werden.

Als wir an die auf der Grabensohle eingesetzten Pfählchen kamen, riß ich einen davon aus, der ohne Schwierigkeit folgte, und so wurde

der Weg bis zu den Pallisaden bald frei. Ich ließ nuh meine Mannschaft sich rechts und links von mir an die Pallisaden drücken, machte es ihnen begreiflich, daß die Geschützkugeln, deren Pfeifen wir hörten, uns nicht treffen könnten, weil die Verlängerung der äußeren Pallisadenlinie außerhalb der Flankenscharten fiel, und wies sie an, einen Graben längs den Pallisaden auszuheben und demnächst die Pallisaden, eine nach der andern, mit der Hake zu fassen, und in diesen Graben niederzustürzen, wobei sie aber aufgefangen werden mußten, um das Geräusch des gewöhnlichen Hinfallens zu vermeiden.

Die Leute machten sich mit Eifer an die Arbeit und kamen über mein Erwarten glücklich damit zu Stande. Dieser Versuch wäre aber nicht geglückt, wenn die Pallisaden unter sich oben durch eine Latte verbunden gewesen wären; der Feind hatte zu unserem Glück diese Maßgabe bei der Stärke der Pallisaden überflüssig gefunden.

Um 1 Uhr Nachmittags waren die Pallisaden der zu erstürmenden Bastionsface auf eine solche Länge niedergelegt, daß 2 Sturmcolonnen in der Front durchgehn konnten, und erst jetzt bemerkte uns eine Schildwache im Blockhause, rief die Wache in's Gewehr, es ward ein Ausfall gemacht, während unsere Arbeiter die Contrescarpe wieder zu erreichen suchten, wobei 2 verwundet wurden. Ich schrieb sogleich dem General Bertrand, daß der Sturm erfolgen könne. Die Zeit dazu ward auf denselben Abend mit einbrechender Nacht festgestellt und um 5 Uhr Abends erhielt ich meine Instructionen als Befehlshaber der Ingenieure bei diesem Sturm. Die Truppen waren in den Laufgräben versammelt; ich lud die Officiere der Voltigeure, welche die Spitze der Sturmcolonne bilden sollten, ein, mit mir zur Grabendescente zu kommen, um ihnen den Weg zu zeigen, den sie nehmen mußten, um den steilen und hohen Abhang der linken Bastionsface zu ersteigen, und um gleichzeitig die Wirkung der runden Langhölzer zu vermeiden, welche längs der oberen Brustwehr lagen, und dort durch Taue gehalten wurden, welche nur durchgehauen werden durften, um die Angriffscolonnen durch ihren Niedersturz zu zerschmettern.

Dieselbe Erklärung gab ich auch den Unterofficieren, als der Soldat Vallé, der sich beim Herausnehmen der Pallisaden so gut benommen hatte, mir sagte: „Capitaine! ich bemerke, daß diese Längenhölzer

hölzer die Cameraden beunruhigen; gebt mir ein Beil und ich lasse sie in den Graben herabrollen!" Er bekam das Beil, wobei ich ihm empfahl, nicht früher, als wenn ich es ihm sagen würde, abzugehen, indem ich besorgte, der Feind könne durch sein zu frühes Abgehn eher als es nöthig wäre, von unserm Vorhaben unterrichtet werden. Kaum aber hatte ich meine Stelle verlassen, als Vallé sich in den Graben gestürzt hatte. Alle Augen waren auf ihn gerichtet. Wir sahen ihn längs der Brustwehr des Bastions laufen und die Taue mit dem Beil entzweihauen, worauf die Hölzer mit Krachen in den Graben niederrollten. Vallé kam gleichzeitig an, und ich reichte ihm die Hand, um ihn in die Grabendescente aufzunehmen, als er eine aus dem eingehenden Waffenplatz abgeschossene Gewehrkugel in den Unterleib erhielt.

Einige Augenblicke später hörte man ein starkes Gewehrfeuer auf unserem linken Flügel. Es ließ sich vermuthen, daß dies ein falscher Angriff der Polen gegen die dortigen niedrigen Weichselfronten sein werde, und ich sagte dem General Puthod, der den Sturm auf das Bastion ausführen sollte, daß ohne Zweifel dieses Gewehrfeuer die Besatzung unter die Waffen rufen und daß demnächst wahrscheinlicherweise die feindlichen Vertheidigungscolonnen vor Allem und sogleich auf unsere Angriffsfront gerichtet werden dürften; weshalb ich glaubte, daß man noch vor Einbruch der Nacht zum Sturm schreiten müsse. Der General theilte diese Meinung, und war im Begriff, den Sturm anzuordnen, als er nochmals seine Instruction durchlas und in derselben eine Nachschrift fand, in welcher der Marschall ihm empfahl, den Sturm nicht eher zu machen, als bis der Marschall ihm einen eigenen Befehl dazu durch einen seiner Adjudanten geschickt haben würde. Man mußte also warten und es war schon völlig Nacht geworden, als ein Adjutant den General Puthod unterrichtete, daß der Gouverneur von Danzig capituliren wolle."

(gez.) Blanc, Oberst vom Génie a. D.

XII.

Nachtrag zur Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Vom Hauptmann Slevogt.

(Fortsetzung.)

1592. Weil die ersten Breschbatterieen gegen Rouen nichts ausrichten, setzt der König die Geschütze derselben auf eine zwischen beiden erbaute erhöhte Batterie. Da auch hier keine Wirkung erfolgt, wechselt der König die Angriffsseite und bringt am Thor von Beauvais durch das Feuer von 7 Geschützen eine steile Bresche zu Stande, welche von Villars mit Kunstfeuern, großen Steinen und kochendem Wasser erfolgreich vertheidigt wird. Einen lebhaften Ausfall schlägt der König durch das Feuer einiger Feldgeschütze zurück. Eine Breschmine, welche durch eine Unvorsichtigkeit zu früh springt, tödtet mehrere Belagerer. Als Heinrich dem Herzog von Parma entgegenmarschirt, fällt Villars aus und vernagelt einen Theil der feindlichen Artillerie, einen Theil der Geschütze wirft er in die Festungsgräben, von wo sie später durch besondere Maschinen in die Stadt gezogen werden. Heinrich IV. bezieht neue Artillerie und Munition aus Holland. Die mit dem Aufräumen der Breschen beschäftigten Arbeiter verjagt er durch das Feuer seiner Feldgeschütze. Der Platz wird nach 5monatlicher Belagerung von Parma entsetzt. — Die Batterien, welche der Herzog von Parma vor Caudebec an der Seine aufwerfen läßt,

breschiren in kurzer Zeit die Mauer. Heinrich, der den Uebergang Parma's über die Seine beunruhigen will, kann seine Artillerie zu diesem Zweck nicht zeitig genug heranbringen. Parma schützt denselben durch bewaffnete Fahrzeuge, welche er von Quilleboeuf heraufbringen läßt. — Bei der Berennung von Epernay durch Heinrich IV. wird der Marschall Biron (Vater) durch eine Kanonenkugel getödtet. (Davila.)

Eugenio Gentileni schreibt: **Instruzzione de Bombardieri. Venezia, 1592.** Ausgabe von 1606 unter dem Titel: **La real instruzzione de' Artiglieri, sperimentata e composta da Eug. Gentileni.** — Mehrere spätere Ausgaben. Auszug Archiv VIII. p. 169, nach der Ausgabe von 1641.

1593. Der **Duc de Mayenne** bringt durch das Feuer seiner Batterien in wenigen Tagen Noyon zur Uebergabe, ehe es Heinrich IV. entsetzen kann. — Bei der Belagerung von Dreux etablirt der König 4 Batterien, eine von 4 Kanonen gegen das Thor von Chartres, eine von 6 gegen das Thor von Paris, eine von 3 gegen die Kurtine vor dem Rathhause und eine von 5 Kanonen in der Vorstadt St. Johann gegen einen gegenüberliegenden Thurm. Den zweiten Tag sind die Breschen fertig und die Garnison zieht sich in das Schloß zurück. Die Artillerie wirkt gegen das massive Mauerwerk desselben wenig, man breschirt daher einen Thurm durch Minen und führt dadurch die Uebergabe herbei. (Davila.)

1594. Die Königlichen werfen bei der Belagerung von Honfleur ein Fort auf und bewaffnen es mit 4 Kolubrinen. In 5 Tagen ist die Stadt breschirt: man stürmt bei der Ebbe; die Fluth hat aber im Graben so viel Schlamm zurückgelassen, daß die Stürmenden tief einsinken, ohne sich heraushelfen zu können. Man hilft sich endlich mit Modderbrücken. Die Belagerten haben alle ihre Kunstfeuer erschöpft und beim Sturm zerspringen 4 ihrer besten Geschütze, wodurch die Kapitulation herbeigeführt wird. — Bei der Belagerung von La Capelle bewirken 14 Geschütze in 12 Stunden ununterbrochenen Feuers eine brauchbare Bresche. Der Sturm wird durch 3 auf derselben aufgestellte Falkonets abgeschlagen, welche mit Kartuschen ge-

laden werden. — Bei der Belagerung von Laon durch die Königlichen entwickelt die Artillerie der Belagerten große Thätigkeit und Tapferkeit im Minenkriege. — Bei der Belagerung eines neuen, von den Spaniern bei Brest erbauten Forts durch die Königlichen bedienen sich die Belagerten mit vielem Geschick kleiner Kanonen, mit welchen sie bald hier, bald dort erscheinen und den Königlichen vielen Schaden zufügen. Nach einem vergeblichen Sturme entzündet sich auf einer der Angriffsbatterien, welche die Zurückweichenden durch ihr Feuer aufnehmen will, das Pulver und tödtet mehre derselben. Bei einem später erfolgenden Ausfall vernageln die Belagerten 3 Geschütze der Königlichen. (Davila.)

Perret schreibt i. d. J. **Fortifications et artifices, architecture et perspective. 1594.**

1595. Der Marschall Biron (Sohn) nimmt das Schloß von Beaune nach 42tägiger Belagerung, in welcher von seiner Seite 3000 Kanonenschüsse geschehen. — Die Spanier vermögen den Königlichen den Uebergang über die Saone nicht zu verwehren, weil sie weiter kein Pulver bei sich haben, als was ihre Pulverhörner enthalten. (Davila.)

Bei der Belagerung von Hulst wenden die Belagerten hölzerne Feuerbüchsen, mit eisernen Reifen umlegt, an, um daraus leichte Brandkugeln auf die Spanier zu schießen. — Die Engländer nehmen an der Spanischen Küste (bei Cadix) zwei Gallionen, deren jede mit 50 metallenen Kanonen bewaffnet ist. (Curths.)

Bartolomeo Romano schreibt: **Proteo militare. — Napoli, 1595.**

1596. Vor Cambrai stoßen die Spanier bei ihren Angriffsarbeiten bei 1′ Tiefe auf Wasser. — Die Belagerten bauen zwei hohe Kavaliere und besetzen sie mit Kanonen, welche den Angriffsarbeiten vielen Schaden thun. Außerdem sprengen die Belagerten die feindliche Hauptbatterie in die Luft; 5 Kanonen werden verschüttet, die übrigen ruinirt. Den Graben vertheidigen sie durch eine mit Geschütz besetzte Kaponiere, gegen welche die Belagerer eine eigene Kontrebatterie von 5 Kolubrinen erbauen

müssen. Die auf der Flanke des Nebenbastions stehenden Geschütze sind so gut gedeckt, daß sie nicht zum Schweigen gebracht werden können; man muß den Angriffspunkt verändern und etablirt gegen eine Kurtine und das nebenliegende Bastion 22 Kanonen und 6 schwere Kolubrinen. Der Platz geht endlich über, weil die Frau des Gouverneurs für ihre Rechnung die Lebensmittel-Vorräthe der Citadelle verkauft hat und darüber Aufruhr ausbricht. (Davila.)

Es erscheinen in diesem Jahre:

1. **Essamini de' Bombardieri. — Venezia 1596.**
2. **L i p s i u s. — Poliorceticon, seu de machinis, tormentis et telis. Antverpiae, 1596. — Amstelodami 1599.** — Französische Uebersetzung. Amsterdam, 1599.

1597. Bei der Belagerung von Amiens thut die Artillerie der Belagerten den Königlichen großen Schaden. Die Belagerer bedienen sich dabei langer Säcke von Leder, welche, mit Schießpulver gefüllt, eine der Petarde ähnliche Wirkung hervorbringen. St. Luc, der die Artillerie des Königs Heinrich IV. kommandirt, breschirt das Ravelin der angegriffenen Front mit 8 Kanonen und das Angriffsbastion mit Minen. Der Platz geht aus Mangel an Lunte über. (Davila.)

Um die Spanier aus Tournhout zu vertreiben, bricht Moritz von Oranien mit 4500 Mann Infanterie, 800 Pferden, 2 Karthaunen und 2 Feldstücken dahin auf. — Als der Erzherzog Ernst zum Entsatz von Amiens marschirt, besteht sein Heer aus 15000 Mann Infanterie, 4000 Reitern und 18 Geschützen. — Moritz von Oranien nimmt Rheinbergen nach 10tägiger Belagerung, während welcher 2870 Kanonenschüsse auf die Stadt geschehen — er beschießt Grol aus 28 Geschützen, mit glühenden Kugeln und andern Kunstfeuern und Breevoort aus 24 Geschützen. (Curths.)

Es erscheinen in diesem Jahre:

1. Büchsenmeisterei, Geschoß, Büchsen, Pulver, Kugeln, Feuerwerke u. s. w. zu machen. Frankfurt, 1597.
2. **A l e s s a n d r o C a p o b i a n c o (auch Bianco Vicentino): Corona e palma militare di artigleria e fortificazione.**

Venezia, 1597. Spätere Ausgaben 1618 und 1647. Der Verfasser war Bombardier-Capitain der Stadt Crema. (Auszug im Handbuch pag. 43.)

1598. Moritz von Oranien bewaffnet die Niederländischen Musketiere mit einem leichten und kleineren Kaliber. — Er verschanzt sich auf dem Gelderschen Werder; seine Schanzen sind mit 26 Feuerschlünden besetzt, worunter 10 schwere Doppelkarthaunen. — Bei der Beschießung von Rheinbergen durch die Spanier trifft eine Kugel den Pulverthurm, der mit 150 Zentnern auffliegt. Die Explosion begräbt den Commandanten Hedding und öffnet eine weite Bresche, wodurch die Kapitulation herbeigeführt wird. (Curths.)

Literatur von diesem Jahre:

Boillot (Joseph) Modeles d'artifices de feu et divers autres instrumens de guerre. — Chaumont, 1598. — Straßburg, 1600. Deutsche Uebersetzungen von Branzen 1603 und 1605. Auszug im Handbuch pag. 47.

Bemerk. Die Auszüge aus Busca sind theils unter diesem Jahre, theils unter 1584, wohin sie gehören, im Handbuch aufgeführt.

1599. Die Spanier besetzen die Andreasschanze mit 3000 Mann und 13 Geschützen. (Curths.)

Literatur in diesem Jahre:

Francesco de Marchi (Bolognese, capitano e gentiluomo Romano): Della architettura militare libri III. — Con un breve ed utile trattato nel quale si dimostrano gli modi di fabbricar l'artigleria e la pratica di adoperarla, da quelli che hanno carica di essa. Brescia, 1599. Auf Befehl Napoleons neu herausgegeben von Luigi Marino. 4 Bände Text, 2 Bände Kupfer.

1600. Die Niederländer rüsten auf Walchern zur Expedition gegen Flandern 128 Fahnen Fußvolk, 25 Kornetten Reiterei, zusammen 15000 Mann mit 37 Geschützen. — In der Schlacht von Nieuport führt jeder Theil nur 6 Geschütze bei etwa 12000 M.; die Niederländische Artillerie, welche auf Bettungen steht, hat den Vortheil des sicheren Schusses, während die Spani-

sche in dem Sande der Dünen tief einsinkt. Moritz von Oranien maskirt seine Artillerie durch Kavallerie, die sich plötzlich öffnet und das Feuer der Geschütze frei macht. Im Verlauf der Schlacht entzündet sich das Pulver der Spanier und verbreitet Verwirrung unter ihnen; sie verlieren ihre sämmtliche Artillerie. — (Curths.)

Literatur von diesem Jahre:

1. **Thomas Smith. De artilleria. — London, 1600.**
2. **Gallée. Table de la portée des canons. 1600.** (Druckort unbekannt.)

1601. Moritz von Oranien beschießt Herzogenbusch mit glühenden Kugeln, ohne die Uebergabe zu erzwingen. (Curths.)

Belagerung von Ostende. Die Belagerer sprengen die Contrescarpe mit 2 Fahnen feindlichen Fußvolks in die Luft. Die Belagerten zünden durch Brandkugeln vier Pulvertonnen in den Laufgräben, wodurch den Belagerern viele Leute getödtet werden. Der weiche Boden unter den Geschützständen muß mit großen Wasserfaschinen belegt werden, um die Batterieen bauen zu können. Die Niederländer stecken die Batterie in Brand. Ein von den Spaniern in die See geführter Damm von großen Faschinen wird mit Geschütz besetzt. Es kommt öfter der Fall vor, daß feindliche Kugeln in die Mündung der Geschütze treffen. Die Geschütze auf den Angriffsbatterieen werden öfter demontirt. Die Spanier bereiten ihren Sturm auf die Außenwerke durch ein lebhaftes Feuer vor. Die Belagerten bedienen sich gegen denselben zum erstenmal der Beutelkartätschen mit Flintenkugeln gefüllt. Der Eisenhagel wird in Körben mit Eisendraht beflochten, geschossen. Ein Anschlag der Spanier, die Pulvervorräthe des Platzes zu zünden, mißglückt. (Curths.)

Literatur von diesem Jahre:

Tarducci, Macchine anticche e moderne. Venezia, 1601.

1602. Belagerung von Ostende. Das unter Ambrosio Spinola stehende Observationsheer zählt 13000 M. Fußvolk und 4000 Reiter. Die Stadt Mecheln versieht es mit 18 neuen Geschützen und der nöthigen Munition. (Curths.)

Die Spanier thürmen vor Ostende berghohe Batterieen und Kavaliere auf um die Festungswerke zu dominiren. Die Belagerten bauen gleich hohe Werke und besetzen sie mit Steinstücken; sie beschießen die Angriffsarbeiter mit Feuerpfeilen, die mit starken Widerhaken versehen sind. Die Belagerten werfen Leuchtkugeln, welche von den Spaniern mit nassen Häuten und mit Erde bedeckt werden. Die Niederländer versehen hierauf ihre Leuchtkugeln mit einem Bordschlag (Granate), welches von den Spaniern nachgeahmt wird. — Die Artillerie der Belagerten zerstört mehreremal die von den Spaniern angewendeten Flottas, eine Art schwimmender Batterien von Faschinen mit angehängten leeren Tonnen. In den ersten 20 Monaten der Belagerung verbrauchen die Spanier 250000 20- und 50 pfündige Kugeln, die Niederländer 100,000 Schüsse aus schweren Kanonen. (Curths.)

Literatur von diesem Jahre:

Orlandi. **Instruzzione de' Bombardieri. — Roma. 1602.** Davon eine deutsche Uebersetzung.

1603. Belagerung von Ostende. Im Mai d. J. wird ein Theil der Artillerie des Platzes durch Sendungen aus Seeland erneuert. Die Spanier sprengen eine Mine so unglücklich, daß ein Theil der Ihrigen dabei umkommt. Die Belagerten schlagen einen Angriff auf den Sandhügel durch eine Mine zurück, Marquis Spinola beschießt den Abschnitt hinter der Angriffsfront mit 50 Geschützen. Die Belagerten demontiren durch ihr Feuer eine gegen den Abschnitt erbaute Breschbatterie. (Curth.) — Moritz von Oranien erobert in Sluys 70 Geschütze, womit der Platz bewaffnet ist. (Curths.)

Literatur von diesem Jahre:

1. Johann Jacobi. Von Büchsenmeisterei 1603.
2. Levinus Hulsius. Zweiter Tractat der mechanischen Instrumente und gründlicher Unterricht der Büchsenquadranten. Frankfurt, 1603.
3. Clavius. Künstliches Feuerwerk und Maschinen. 1603. Deutsch und französisch.

1604. Als die Generalstaaten den Befehl zur Uebergabe von Ostende erlassen, schifft der Commandant Marquette den größten Theil des noch brauchbaren Artilleriematerials nach Holland ein und übergiebt den Spaniern nur 30 noch anwendbare Geschütze.

Literatur von diesem Jahre:

Agrippa. **Trattato di scienza d'arme. Venezia, 1604.**

1605. Prinz Moritz von Oranien hat zur Expedition gegen Antwerpen 7000 Mann zu Fuß, 2500 Reiter und 9 Geschütze. — Die Spanier wenden vor Bergen op Zoom und Sluys Petarden an. Beide Angriffe mißglücken; der letztere durch das lebhafte Feuer der Niederländischen Artillerie. (Curths.)

Literatur:

Rivault de Flurence. — Les élémens de l'artillerie. Paris, 1605. — Spätere Ausgabe 1608.

1606. Der Admiral von Seeland, Rainier Klaasson sprengt sich an der spanischen Küste mit seinem Schiffe in die Luft, um sich nicht zu ergeben. (Curths.)

Literatur:

St. Julien. La forge de Vulcain. 1606, spätere Ausgabe **à la Haye** 1706. Deutsch, Frankfurt, 1713, 1733, 1737 von Brand. Auszug im Archiv **II.** und **VII.**

1607. Im Seetreffen von Algesiras fliegt eine spanische Gallione in die Luft. (Curths.)

Literatur:

1608. 1. **Dan. Davelourt. Briefve instruction sur le fait de l'artillerie de France. 2me ed.** 1608 (erste unbekannt). Später 1610, 1617.

2. **Fumée. L'arsenal de la milice française. Paris, 1608.**

3. **Zubler** oder **Zübler (Leonhard): Nova geometria pyrobulica. Tigurini** (Zürich), **1608.** Eine zweite lateinische und eine deutsche Ausgabe **1614.**

1609. Christoph Dambach. Büchsenmeisterei, d. i.: Kurze, doch eigentliche Erklärung derer Dinge, so von einem Büchsenmeister fürnämlich zu wissen vonnöthen. Frankfurt, 1609—1615. Auszug im Archiv **VIII.**

Fabbriano. Dichiarazione dell' istromento per resistere alla cavalleria. Pisa, 1609.

1610. Eroville. Invention nouvelle des eperriers et globes de guerre. Paris, 1610.

1611. 1. Adrianus Romanus. Pyrotechnia seu libri II. de ignibus festivis et jocosis. Francofurti 1611, wahrscheinlich dasselbe mit nachstehendem, von Schreiber 1656 angeführten: Adamus Romanus von Würzburg. Zwei Bücher von Feuerwerkskunst. 1611.

2. Johannes Theodorus. Von Geschütz und Feuerwerken. (Von Schreiber im Jahre 1656 ohne Angabe des Jahres angeführt).

3. Christoval Lechuga. Discorso sovra la artilleria. 1611.

(Fortsetzung folgt.)

Anzeige.

Seit dem im Jahre 1838 erfolgten Tode des Hauptmann Meyer ist der Hauptmann Hein der Artillerie ein thätiges und sowohl durch seine hiesige dienstliche Stellung, als auch durch seinen Scharfblick und seine allgemeine Uebersicht im Gebiete der Artillerie sehr wirksames Mitglied der Redaction dieses Archiv's gewesen.

Nachdem, in Anerkennung seiner anderweitigen Verdienste, er auf Befehl Sr. Majestät des Königs zu einem erweiterten Wirkungskreise außerhalb Berlin berufen worden, scheidet er aus der Redaction aus und kann dieselbe nicht umhin, ihm für die unausgesetzte und erfolgreiche Thätigkeit in dem von ihm übernommenen Theile der Redactionsgeschäfte hierdurch öffentlich Dank zu sagen.

In Stelle des Hauptmann Hein tritt der Hauptmann Slevogt der Artillerie ein und wird auch bei dieser Veränderung der Redaction eben so wenig, als es früher beim Tode des Hauptmann Meyer geschehen, eine Veränderung in der Tendenz dieses Archivs eintreten; sondern dasselbe vielmehr, bei der gesteigerten Aufmerksamkeit, womit es im In- und Auslande aufgenommen wird, mit verdoppeltem Eifer auf der Bahn einer aus dem Gebiet des praktischen Dienstes geschöpften Mittheilung von Dingen, die jeder, mit der Zeit fortschreitende Artillerist und Ingenieur wissen muß und welche dennoch ohne das Archiv einem großen Theil derselben wegen seiner Entfernung vom Mittelpunkt des militairischen Verkehrs oder wegen seiner durch Dienstverhältnisse beschränkten Zeit unbekannt bleiben würden, fortfahren. Auch in Zukunft wird bei Redaction des Archivs, wie bisher, jede Abweichung aus dem Gebiete der Artillerie- und Ingenieurwaffe, so

wie jede bloße Uebersetzung oder Aufnahme bereits anderweitig gedruckter, dem Publikum auch sonst zugänglicher Aufsätze, jede blos literarische Anzeige und jeder, nicht schon auf einem sicheren Instanzenzuge geprüfte und praktisch bewährte Vorschlag vermieden werden; so daß das Archiv fortdauernd auf dem einfachen Wege der Erfahrung, rein wissenschaftlicher Entwickelung und der Originalität fortgehen wird. Es gereicht der Redaction zur erfreulichen Genugthuung, mehrseitig die Versicherung erhalten zu haben, daß gerade diese so eng gesteckten Grenzen wesentlich zu dem Vertrauen und dem Interesse, welches das Archiv nicht blos in den ihm zunächst verwandten Waffen, sondern in der ganzen Armee genießt, beitragen.

Berlin, den 1sten November 1841.

Die Redaction.

XIII.

Versuch, die Größe des Widerstandes der Luft gegen die Geschosse aus den Ergebnissen eines praktischen Schießens zu bestimmen.

I.

Einleitung und Beschreibung des Schießens.

Die Ballistik zerfällt in zwei Aufgaben, deren Lösung gleich schwierig ist, nämlich in die Bestimmung der Größe des Widerstandes, welchen die Geschosse bei ihrer Bewegung in der Luft erleiden und in die Entwickelung der Formeln, nach denen dieser Widerstand bei Untersuchungen über die Flugbahnen in Rechnung gebracht werden kann. Für die Lösung der letzteren Aufgabe ist sehr viel durch Herrn Hauptmann Otto geschehen, welcher nicht nur convergentere Reihen zu diesen Rechnungen aufstellte, sondern sie auch noch mehr durch seine vortrefflichen ballistischen Tafeln erleichterte. (Mathematische Theorie des Rikoschettschusses und ballistische Tafeln.)

Um so wünschenswerther ist aber auch nun eine genauere Kenntniß dieses Widerstandes, d. h. eine Lösung der ersten Aufgabe, über welche man noch sehr im Dunkeln schwebt. Fände keine Verdichtung der Luft vor, und keine Verdünnung derselben hinter den Kugeln, und endlich keine Reibung der Lufttheilchen an ihren Oberflächen statt, so

würde jener Widerstand, den Regeln der Mechanik zu Folge, dem Gewicht einer Luftsäule gleich sein, welche die größte Kreisfläche der Kugel zur Grundfläche und die Hälfte der ihrer Geschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeits-Höhe zur Höhe hätte. Allein die oben angeführten Umstände müssen sämmtlich diesen Widerstand vermehren, und da man zu wenig mit ihnen bekannt ist, um sie in Rechnung ziehen zu können, so vermag die Theorie nichts weiter zu lehren, als daß der so eben angeführte Widerstand noch mit einem constanten oder veränderlichen, jedoch unter allen Umständen die Einheit übersteigenden Factor multiplicirt werden muß, um den wahren Widerstand der Luft gegen die Geschosse zu finden. Die Bestimmung dieses Factors fällt natürlich der Praxis anheim, allein bis jetzt geschah dafür nur wenig, und die einzigen direct hierauf gerichteten Versuche sind, so viel dem Verfasser bekannt ist, die von Hutton. Der größte und wichtigste Theil derselben bestand darin, daß man mit einem ballistischen Pendel die Geschwindigkeiten der Geschosse in verschiedenen Abständen von der Mündung bestimmte. Hieraus ergab sich nämlich der Verlust an Geschwindigkeit während der Zurücklegung eines gewissen Raumes, aus dem Hutton den fraglichen Coefficienten für verschiedene Geschwindigkeiten berechnete. Er fand denselben z. B.

für	600	Englische	Fuß	Geschwindigkeit	1,50.
„	1300	„	„	„	1,98.
„	1800	„	„	„	2,06.

Sollen diese Ergebnisse in Rechnung gebracht werden, so muß der durch sie bestimmte Coefficient wenigstens annäherungsweise als eine Function der Geschwindigkeit v. des Geschosses ausgedrückt werden, und die einzige für die weiteren Rechnungen brauchbare Form dieser Funkton ist $L\,[1 + \beta v^2]$. Bestimmt man demnach L und β aus obigen 3 Angaben nach der Methode der kleinsten Quadrate, so ergiebt sich $L = 2{,}44$ und $\beta = 0{,}00000016$, oder insofern v nicht in Englischen Fußen, sondern in Dresdner Ellen*) ausgedrückt ist, $\beta = 0{,}0000005053$.

*) Die Dresdner Elle, welche allen Maaßbestimmungen in dieser Untersuchung zum Grunde liegt, beträgt 1,805046 Preußische Fuß.

Das Verfahren Huttons bei der Bestimmung dieser Coefficienten und seine große Geschicklichkeit im artilleristischen Experimentiren sprechen nun allerdings sehr für ihre Richtigkeit. Erwägt man jedoch, welchen großen Einfluß viele weder ganz zu beseitigende, noch auch selbst nur allemal wahrzunehmende, und anscheinend oft sehr geringfügige Zufälligkeiten auf die Ergebnisse der artilleristischen Versuche haben, und wie viele, hier so zeitraubende Versuche nothwendig sind, um einen nur einigermaßen sicheren Schluß aus ihnen ziehen zu können: so läßt sich wohl ein Bedenken über die Zuverlässigkeit der Huttonschen Coefficienten nicht ganz unterdrücken. Es schien daher nicht unwichtig, ihre Richtigkeit durch Anwendung derselben auf die Ergebnisse eines wirklichen Schießens zu prüfen, und hiezu bot ein in diesem Jahr in Dresden angestellter vergleichender Versuch mit zwei zwölfpfündigen Kanonen eine günstige, nicht eben sehr häufig vorkommende Gelegenheit dar. Von diesen Geschützen, die wir A. und B. nennen wollen, war A. völlig neu und in der Seele 16 Kugeln lang. Das Rohr B. hingegen hatte in der Seele 17 Kugeln Länge, urspruglich denselben Durchmesser wie A., und war, obschon weit älter als dieses Geschütz, nach der Untersuchung mit dem Etoile mobile, in der Bohrung nicht merklich erweitert, so wie auch ziemlich glatt. Zwischen den unter sub III. und IV. aufgeführten Versuchen geschahen aus jedem Rohr 36 Kartätschenschuß, durch welche die Glätte ihrer Bohrungen allerdings merklich, und bei dem neuen Rohr fast noch mehr als bei dem älteren litt, ein Umstand, welcher vielleicht die vorkommenden kleinen Widersprüche in den Ergebnissen der Versuche einigermaßen erklären kann, obschon er sich nicht mit in Rechnung ziehen läßt. Die Stellung der Zündlöcher war bei beiden Röhren völlig gleich. Die Munition zu den Versuchen wurde für beide ganz gleich, aus neuen, im Durchmesser sehr gut übereinstimmenden, im Gewicht nicht 4 Loth von dem Mittelgewicht abweichenden, glatten und gehörig runden Kugeln, und aus neuen kurz nach einander gefertigten und nach der Pulverprobe gleich starkem Pulver mit besonderer Sorgfalt gemacht. Alle Kugeln waren in cylindrische Spiegel gesetzt, welches die Genauigkeit der Schüsse wesentlich erhöhen dürfte, da sich bei der Untersuchung vieler langgebrauchter Zwölfpfünder, aus denen man stets mit Spiegeln geschossen

hatte, in keinen derselben die geringsten Spuren von einem Kugellager oder von Anschlägen der Kugeln an den Seelenwänden fanden. Endlich wurde die Richtung beider Geschütze während der ganzen Versuchsreihe von einem und demselben Officier besorgt, und bei den 4 Hauptversuchen mit beiden Geschützen Schuß für Schuß abgewechselt.

Wenn sich demnach in dem Verhältniß der Zunahme ihrer Schußweiten wesentliche Verschiedenheiten herausstellten: so kann dies nicht den Einflüssen der Witterung, sondern hauptsächlich nur dem Umstande beigemessen werden, daß die zufälligen Abweichungen, die man bei aller Vorsicht nicht ganz vermeiden konnte, für beide Geschütze nicht immer in gleichem Sinne statt fanden. Die Ergebnisse der Hauptversuche enthält nachstehende Tabelle:

Geschütz	A.				B.			
Nummer des Versuchs.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
Anzahl der Schüsse.	30	30	30	30	30	30	30	30
Elevationswinkel der Seelenaxe über die horizontale Richtung = w. *)	0° 25′ 5″	1° 25′ 58″	2° 24′ 20″	4° 38′ 48″	0° 25′ 5″	1° 25′ 58″	2° 24′ 20″	4° 38′ 48″
Arithmetisches Mittel der erreichten Schußweiten oder horizontalen Abscissen x der Flugbahn in Dresdner Ellen.	593,7	1292,3	1704	2571	609,6	1261	1675	2638
Die Summe der Quadrate der Differenzen der einzelnen Schußweiten, von der mittleren Schußweite, dividirt durch die doppelte Anzahl der Schüsse = δ.	920	2959	5420	11335	2185	2104	6003	7714
Arithmetisches Mittel der Höhen der Anschlagspunkte über einer durch den tiefsten Punkt der Mündung gehenden Horizontalebene in Dresdner Ellen = y.	− 1	+ 0,08	+ 5,24	+ 5,38	− 0,73	− 1,12	+ 4,66	+ 5,54

*) Die Schußlinie war nivellirt, so daß man diese Winkel aus den angewendeten Zollaufsätzen genau berechnen konnte.

Die Barometerhöhe betrug während der 3 ersten Versuche 27″ 10‴ und am vierten Tage 27″ 11,2‴, die Temperatur, deren Ein-

fluß auf die Größe des Widerstandes der Luft weit geringer ist, schwankte an den einzelnen Versuchstagen und zwischen Anfang und Ende der Versuche von 8° bis 20° R. und wurde durchschnittlich zu 11° R., so wie die specifische Schwere der Luft für diese Temperatur und 28″ Barometerhöhe, mit ungefährer Berücksichtigung des in ihr enthaltenen Wassergases = 0,001238 angenommen. Bezeichnet man dieselbe mit μ, das Mittelgewicht der Geschosse mit p, deren Durchmesser in Ellen mit d, das Gewicht einer Kubikelle Wasser im Zustande der größten Dichtigkeit mit W. und nimmt man endlich für die Widerstandscoefficienten L und β die oben aus den Huttonschen Versuchen abgeleiteten Werthe an, so ergiebt sich die Veränderung der Geschwindigkeit v entsprechende Widerstand in 1 Secunde erzeugt $= \frac{0{,}09\, d^2 \pi \mu W.}{p.} v^2 [1 + 0{,}0000005053\, v^2]$ d. i. z. B. für die 3 ersten Versuchstage $= 0{,}001862\, v^2 [1 + 0{,}0000005053\, v^2]$. Endlich beträgt die Veränderung der Geschwindigkeit, welche die Schwerkraft in einer Secunde erzeugt, und die mit g bezeichnet werden möge (oft aber auch durch 2g ausgedrückt wird) für den Versuchsort 17,3222 Ellen.

Zur Vereinfachung der Rechnung sei nun $\frac{0{,}001862}{2.}$, was sich für den 4ten Versuch wegen des veränderten Barometerstandes in $\frac{0{,}001866}{2}$ verwandelt und in den erwähnten bellistischen Tafeln durch $\frac{1}{k}$ bezeichnet wird, m. Ferner denke man sich alle vorkommende Längen in dem Maaß ausgedrückt, dessen Einheit $\frac{1}{m}$ Ellen beträgt, und setze, nachdem dies geschehen ist, $\frac{x}{\text{Cos } w.} = \xi, y = \frac{\Sigma \zeta_I}{30} = \zeta_{II}$ und insofern c die anfängliche Geschwindigkeit des Geschosses bezeichnet, $\frac{g}{c^2} = \varrho$ (welche Bezeichnungen sämmtlich mit denjenigen in den Ottoschen ballistischen Tafeln übereinstimmen). Endlich sei $\frac{\delta}{\text{Cos}^2 w} = \Delta, \beta c^2 = n$ und $\beta g = 0{,}009402 = u$. Man erhält alsdann:

Geschütz	A.			
Versuch	I.	II.	III.	IV.
ξ	0,552749	1,203507	1,587823	2,406653
Δ	0,000797	0,002566	0,004706	0,009930
$\frac{\Sigma.\ \zeta_I}{30.} = \zeta_{II}$	− 0,000931	+ 0,00007448	+ 0,0048784	+ 0,0050195

Geschütz	B.			
Versuch	I.	II.	III.	IV.
ξ	0,567553	1,174358	1,560800	2,469370
Δ	0,001894	0,001825	0,005212	0,006758
$\frac{\Sigma.\ \zeta_I}{30.} = \zeta_{II}$	− 0,00067963	− 0,0010427	+ 0,0043385	+ 0,0051688

Außer den oben ausführlich beschriebenen, ist noch eines kleineren Versuchs zu gedenken, welcher vor dem bereits erwähnten Kartätschenschießen statt fand. Man that nämlich aus jedem Geschütz 10 Kernschuß gegen eine 100 Ellen entfernte Blende und bestimmte die Tiefe des Punktes, in welchem dieselbe von dem Mittelpunkt jeder Kugel getroffen wurde, unter der Linie, welche man als die Verlängerung der Seelenaxe annahm. Das arithmetische Mittel dieser Tiefen betrug für das Geschütz A. 0,202 Ellen und der wahrscheinliche Fehler dieser Bestimmung (nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung) 0,019

Ellen. Eben so erhielt man für das Geschütz B. die mittlere Tiefe 0,070 Ellen mit dem wahrscheinlichen Fehler 0,058 Ellen. Aus diesen Umständen läßt sich auf die Größe der Winkel schließen, um welche vielleicht die ersten Richtungen der Geschosse von denjenigen Richtungen abweichen, die man ihnen durch den angewendeten Zollaufsatz zu geben suchte, und welche oben durch die aufgeführten Elevationswinkel bestimmt wurden. Da indessen die Ansichten über die Sicherheit oder Unsicherheit von dergleichen Schlüssen sehr verschieden sein möchten, so wurde der zuletzt beschriebene Versuch erst am Schluß der ganzen Untersuchung in Betracht gezogen.

II.

Entwickelung der zu der Untersuchung erforderlichen Formeln.

In der Zeit t erreiche das Geschoß den Punkt, welcher in horizontaler Richtung um x von der Mitte der Geschützmündung absteht und um ζ höher als dieselbe liegt, der zwischenliegende Bogen der Bahn sei s; w, ξ, v, c, g, ϱ, n, u bezeichnen wieder die früher angegebenen Größen. Man denke sich alle Längen in dem Maaß, dessen Einheit $\frac{1}{m}$ Ellen ist, ausgedrückt, und nehme x als unabhängige Veränderliche an, so sind die Differentialgleichungen für die Bewegung des Geschosses:

$$1., \; d\left[\frac{dx}{dt}\right] = -\frac{dx d^2 t}{dt^2} = -\tfrac{1}{2}\frac{ds dx}{dt^2}\left(1 + \frac{n\varrho}{g}\frac{ds^2}{dt^2}\right) dt \text{ und}$$

$$2., \; d\left[\frac{d\zeta}{dt}\right] = \frac{dt d^2\zeta - d\zeta d^2 t}{dt^2} = -g dt - \tfrac{1}{2}\frac{ds d\zeta}{dt^2}\left(1 + \frac{n\varrho}{g}\frac{ds^2}{dt^2}\right) dt.$$

wobei für v, v Cos w, v Sin w, und βv^2 ihre Werthe $\frac{ds}{dt}$, $\frac{dx}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$ und $\frac{nv^2}{c^2} = \frac{n\varrho}{g}\frac{ds^2}{dt^2}$ gesetzt wurden.

Multiplicirt man die erste dieser Gleichungen mit $d\zeta$ und die zweite mit dx und zieht man sie sodann von einander ab, so kommt:

$$-\frac{dtdxd^2\zeta}{dt^2} = gdxdt \text{ oder}$$

$$= \frac{d^2\zeta}{g} = dt^2 \text{ und } -\frac{d^3\zeta}{g} = 2\,dtd^2t.$$

Die Gleichung 1. läßt sich aber auch auf die Form:

$$2\,dtd^2t = ds\,[dt^2 + \frac{n\varrho}{g}\,ds^2]$$

bringen, und eliminirt man t aus derselben, so erhält man die Differentialgleichung der Flugbahn:

$$4., -d^3\xi = ds\,[-d^2\zeta + n\varrho ds^2]$$

Setzt man nun

$$5., \zeta = \xi\,\mathrm{Sin}\,w - [a\varrho + b\varrho^2 + c\varrho^3 \ldots\ldots]$$

wo a, b, c, Funktionen von ξ sind, welche für $\xi = 0$ verschwinden, so ergiebt sich leicht, daß in diesem Falle $\frac{da}{d\xi}$, $\frac{db}{d\xi}$ ..... ebenfalls verschwinden, $\frac{d^2a}{d\xi^2} = 1$, $\frac{d^2b}{d\xi^2} = 0$, $\frac{d^2c}{d\xi^2} = 0$ u. s. w. werden.

Führt man den angenommenen Werth von ζ in die Gleichung 4. ein, und ordnet man nach den Potenzen der einzigen von g abhängigen, und daher als willkührlich zu betrachtenden Größe ϱ, so ergiebt sich:

$$6., \left[\frac{d^3a}{d\xi^3} - \frac{d^2a}{d\xi^2} = n\right]\varrho$$

$$+ \left[\frac{d^3b}{d\xi^3} - \frac{d^2b}{d\xi^2} + 3\,\frac{da}{d\xi}\,n\,\mathrm{Sin}\,w + \frac{da}{d\xi}\cdot\frac{d^2a}{d\xi^2}\,\mathrm{Sin}\,w\right]\varrho^2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0.$$

Setzt man die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von ϱ jeden für sich allein Null, bestimmt man aus den erhaltenen Gleichungen durch wiederholte Integrationen a, b u. s. w und substituirt man die Ergebnisse in der Gleichung 5., so kommt, wenn h die Grundzahl der natürlichen Logarithmen bezeichnet und zur Abkürzung:

$$A. = [h^{\xi} - \xi - 1]$$

$$B. = [h^{\xi} - \xi - 1 - \tfrac{1}{2}\,\xi^2]$$

$$C. = [\tfrac{1}{4}h^{2\xi} - h^{\xi}\,(\xi - 1) - \tfrac{1}{2}\xi - \tfrac{5}{4}]$$

$$D. = [\tfrac{1}{2}h^{2\xi} - h^{\xi}\,(\tfrac{1}{2}\xi^2 - 2\xi + 7) + \xi^2 + 4\xi\,\tfrac{13}{2}]$$

$$E. = [\tfrac{1}{4}h^{2\xi} - h^{\xi}\,(\tfrac{1}{2}\xi^2 - 3\xi + 10) + \tfrac{1}{3}\xi^3 + 2\xi^2 + \tfrac{13}{2}\xi + \tfrac{39}{4}]$$

so wie für n sein Werth $\frac{u}{9}$ gesetzt wird:

$$7., \zeta = \xi \operatorname{Sin} w - \varrho \left[A + \frac{Bu}{\varrho}\right] + \varrho^2 \operatorname{Sin} w. \left[C + \frac{Du}{\varrho} + \frac{Eu}{\varrho^2}\right] \ldots\ldots$$

Setzt man $u = o$, so geht diese Reihe in die zuerst in der mathematischen Theorie des Rikoschettschusses entwickelte Reihe über, mit welcher sie überhaupt ziemlich parallell ist. Für kleine w genügt daher, so wie für diese letztere die Berücksichtigung ihrer ersten 3 Glieder, und ordnet man nach Weglassung der hinteren Glieder wieder nach ϱ, so kommt:

$$8., o = [\xi \operatorname{Sin} w - \zeta - Bu + Eu^2 \operatorname{Sin} w] - \varrho [A - Du \operatorname{Sin} w] + \varrho^2 C \operatorname{Sin} w$$

Bezieht man ξ und ζ auf denjenigen Punkt einer einzelnen Bahn aus der Versuchsreihe, welcher um die mittlere Schußweite von dem Geschütz absteht, und bezeichnet man die Coordinaten des Aufschlagspunktes durch $\xi_I = \xi + k$ und ζ_I, so ist nahe:

$$\zeta_I = \zeta + k \frac{d\zeta}{d\xi} + \frac{k^2}{2} \frac{d^2\zeta}{d\xi^2}, \text{ mithin}$$

$$\zeta = \zeta_I - k \frac{d\zeta}{d\xi} - \frac{k^2}{2} \frac{d^2\zeta}{d\xi^2}$$

Man erhält daher das arithmetische Mittel der verschiedenen Werthe von ζ für alle mit derselben Richtung aus dem Geschütz geschehenen Schüsse, wenn r die Anzahl derselben bezeichnet:

$$= \frac{1}{r} \left[\Sigma (\zeta_I) - \Sigma (k) \frac{d\zeta}{d\xi} - \frac{\Sigma (k^2)}{2} \frac{d^2\zeta}{d\xi^2}\right]$$

oder da $\frac{\Sigma (\zeta_I)}{r} = \zeta_{II}$, $\Sigma (k) = o$ und $\Sigma \frac{(k^2)}{2r} = \Delta$ ist,

$$= \zeta_{II} - \Delta \frac{d^2\zeta}{d\xi^2}$$

Substituirt man dies in der Gleichung 8., nachdem vorher der Werth von $\frac{d^2\zeta}{d\xi^2}$ aus ihr entwickelt wurde, so drückt diese Gleichung nun das mittlere Ergebniß aller unter derselben Richtung gethanen Schüsse aus, und ordnet man sogleich wieder nach den Potenzen von ϱ, so kommt:

$$9.,\quad o = +\left[(\xi\,\text{Sin.}w - \xi_{,,}) - (B + \frac{d^2B}{d\xi^2}\Delta)\,u + (E + \frac{d^2E}{d\xi^2}\Delta)\,u^2\,\text{Sin.}w\right] - \varrho\left[A + \frac{d^2A}{d\xi^2}\Delta) - (D + \frac{d^2D}{d\xi^2}\Delta)\,u\,\text{Sin.}w\right] + \varrho^2\left[C + \frac{d^2C}{d\xi^2}\Delta\right]\text{Sin. w.}$$

Schreibt man dafür:

$$o = c - b\varrho + a\varrho^2,$$

setzt man $\varrho = \frac{1}{R}$ und multiplicirt man mit $\frac{R^2}{c}$, so erhält man:

$$o = R^2 - \frac{b}{c}R + \frac{a}{c}$$

oder:

$$R = \frac{b}{2c} + \frac{b}{2c}\sqrt{1 - \frac{4ac}{b^2}}$$

Nun ist $\frac{4ac}{b^2}$ sehr klein gegen die Einheit und daher hinlänglich genau: $\sqrt{1 - \frac{4ac}{b^2}} = \left(1 - \frac{2ac}{b}\right)$. Daraus folgt:

$$10.,\quad R = \frac{b}{c} - \frac{a}{b} =$$

$$\frac{\left[A + \frac{d^2A}{d\xi^2}\Delta\right] - \left[D + \frac{d^2D}{d\xi^2}\Delta\right]u\,\text{Sin. w.}}{\left[\xi\,\text{Sin.w.} - \xi_{,,}\right] - \left[B + \frac{d^2B}{d\xi^2}\Delta\right]u + \left[E + \frac{d^2E}{d\xi^3}\Delta\right]u^2\,\text{Sin. w.}} - \frac{\left[C + \frac{d^2C}{d\xi^2}\right]\text{Sin w.}}{\left[A + \frac{d^2A}{d\xi^2}\Delta\right] - \left[D + \frac{d^2D}{d\xi^2}\Delta\right]u\,\text{Sin. w.}}$$

Ist endlich R_1 der wahre Werth von $\frac{1}{\varrho}$ und R der aus den Ergebnissen der Versuche nach vorstehender Gleichung abgeleitete Werth dieser Größe, ferner Sin. $w = W$ und $\frac{\beta}{m^2} = \psi$ (wobei jedoch die-

ses m als unabhängig von L betrachtet werden soll), so kann man setzen:

$$R_I = R + \frac{dR}{dL}.\, dL + \frac{dR}{d\psi}.\, d\psi + \frac{dR}{dW}.\, dW.$$

indem dL und dψ Fehler der Widerstandscoefficienten L und ψ bezeichnen, und dW sich auf eine möglicherweise stattfindende Verschiedenheit der mittleren ursprünglichen Richtung der Kugeln von der beabsichtigten Elevation der Seelenaxe bezieht. Reducirt man diese Gleichung auf dW, so kommt:

$$11.,\ dW = \frac{R_, - R - \frac{dR}{dL}.\, dL - \frac{dR}{d\psi}.\, d\psi.}{\frac{dR}{dW.}}$$

und berücksichtigt man bei der Entwickelung der hier vorkommenden Differentiale nur die Hauptglieder von R, indem zugleich ξ als unabhängig von dW. betrachtet wird, so ergiebt sich:

$$\frac{dR}{dL} = \frac{h^{\xi}(\xi + \xi\,\Delta + 2\,\Delta) - \xi}{cL} - \frac{b\left[(\xi\,\text{Sin.w.} - \xi_{,,}) - \xi u\left(A + \frac{d^2A}{d\xi^2}\,\Delta\right) 2Bu\right]}{c^2L}$$

$$\frac{dR}{d\psi} = \frac{bu\left(B + \frac{d^2B}{d\xi^2}\,\Delta\right)}{c^2\psi}$$

$$\frac{dR}{dW.} = -\frac{b\xi}{c^2}$$

und mithin:

$$12.,\ dW = \frac{c^2}{b\xi}R - \frac{c^2}{b\xi}R_I$$

$$+ \left[\frac{ch^{\xi}}{bL}\left(1 + \Delta + \frac{2\Delta}{\xi}\right) - \frac{c}{bL} - \left(\frac{\xi\,\text{Sin.w} - \xi_{,,}}{\xi L}\right) + \frac{u}{L}\left(A + \frac{d^2A}{d\xi^2}\,\Delta\right) - \frac{2Bu}{\xi L}\right] dL$$

$$+ \left[\frac{u\left(B + \frac{d^2B}{d\xi^2}\,\Delta\right)}{\xi\psi}\right] d\psi.$$

III.

Prüfung der Huttonschen Coeffizienten.

Berechnet man die Größe $\frac{1}{\varrho} = R = \frac{c^2}{g}$ aus jedem der vier Versuche nach der Gleichung No. 10., so erhält man folgende Resultate:

1., für das Geschütz A.

Versuch	I.	II.	III.	IV.
A.	0,185276	1,128275	2,305249	7,69010
$\frac{d^2A}{d\xi^2}\Delta$	0,001386	0,008551	0,023044	0,11027
Du Sin. w.	0,000001	0,000140	0,000972	0,02448
$\frac{d^2D}{d\xi^2}\Delta$ u Sin. w.	0	0,000005	0,000045	0,00131
demnach b	0,186661	1,136681	2,327276	7,77458
ξ Sin. w — $\zeta_{,,}$	0,00496567	0,0300181	0,0617666	0,189946
B u	0,0003057	0,003799	0,00981665	0,044995
$\frac{d^2B}{d\xi^2}\Delta$ u	0,0000055	0,0000563	0,00017215	0,000942
$\left(E+\frac{d^2E}{d\xi^2}\Delta\right)u^2 \text{Sin w}$	0	0,0000003	0,0000023	0,000084
demnach c	0,00465447	0,0261631	0,0517801	0,144093
C Sin. w	0,000045	0,00614	0,0447	1,24
$\frac{d^2C}{d\xi^2}\Delta$ Sin. w.	0,000002	0,00024	0,0022	0,07
demnach a	0,000047	0,00638	0,0469	0,1307
$\frac{b}{c}$	40,104	43,446	44,945	53,957
$\frac{a}{b}$	0,0003	0,006	0,020	0,169
R	40,104	43,440	44,925	53,788

2., für das Geschütz B.

Versuch	I.	II.	III.	IV.
A.	0,196392	1,061707	2,201830	8,34563
$\frac{d^2A}{d\xi^2}\Delta$	0,003341	0,005901	0,024843	0,07998
Du Sin. w.	0,000001	0,000124	0,000886	0,02433
$\frac{d^2D}{d\xi^2}\Delta$ u Sin. w.	0	0,000004	0,000046	0,00103
demnach b	0,199732	1,067484	2,225741	8,40025
ξ Sin w — $\zeta_{,,}$	0,00482236	0,0304065	0,0611723	0,194877
B u	0,0003322	0,0034991	0,0092466	0,049697
$\frac{d^2B}{d\xi^2}\Delta$ u	0,0000136	0,0000384	0,0001842	0,000685
$\left(E+\frac{d^2E}{d\xi^2}\Delta\right)u^2$ Sin w	0	0	0,0000017	0,000035
demnach c	0,00447654	0,0268690	0,0517430	0,144580
C Sin. w	0,000054	0,00541	0,0406	1,24
$\frac{d^2C}{d\xi^2}\Delta$ Sin. w.	0,000005	0,00016	0,0024	0,05
demnach a	0,000059	0,00557	0,0430	1,27
$\frac{b}{c}$	44,617	39,729	43,014	58,101
$\frac{a}{b}$	0,0003	0,005	0,019	0,151
R	44,617	39,724	42,995	57,950

Wären die Widerstandscoefficienten **L** und β, oder $\psi = \frac{\beta.}{m^2}$ richtig, so müßten für jedes Geschütz die Werthe von **R** einndaer ziemlich gleich, nämlich nahe = **R,** sein; die beträchtliche und stetige Zunahme von **R** bei dem Wachsen von **w** zeigt dagegen unverkennbar, daß mindestens eine der Größen **L** und ψ zu groß sein muß. Welche Werthe man aber auch für diese Coefficienten wählen mag, so werden doch nie alle 4 Werthe von **R** einander völlig gleich ausfallen, sondern stets gewisse Fehler **R—R,** übrig bleiben. Zu letzteren tragen die Verschiedenheiten der mittleren anfänglichen Geschwindigkeiten für die einzelnen Versuchstage bei; allein an den Tagen, wo das eine Geschütz unverhältnißmäßig weit schoß, waren gewöhnlich die Schüsse des anderen Geschützes um so kürzer; daher können dergleichen Verschiedenheiten in den Anfangsgeschwindigkeiten nicht den Einflüssen der Witterung beigemessen und daher auch nur sehr gering angenommen werden. Die Hauptursache der Differenzen **R — R,**, welche auch nach einer genaueren Bestimmung des Widerstandes der Luft übrig bleiben, ist daher in der Verschiedenheit der ersten Richtungen der Geschosse von der beabsichtigten Elevation **w** zu suchen; denn kleine Fehler in der Länge und Stellung der angewendeten Zollaufsätze, die verschiedene Beleuchtung des Zieles und der Kopfkriesen (welche bei A noch sehr glänzend waren, bei B hingegen ihren Metallglanz ziemlich verloren hatten) und manche andere Umstände, welche die Schärfe des Richtens bedingen, können den Unterschied zwischen der beabsichtigten und wahren Elevation **w** verändern. Je kleiner jedoch **w** an sich ist, um so größer wird der Einfluß eines Fehlers seiner Bestimmung auf **R,**, und wollte man demnach **L** und ψ so wählen, daß die Summe der Differenzen (**R -- R,**) Null wäre, so würde der geringste Fehler in der Bestimmung der bei den ersten Versuchen angewendeten kleinen Richtungswinkel **L** und ψ ganz falsch geben. Dieser Nachtheil wird jedoch vermieden, wenn man die nach der Berichtigung von **L** und ψ noch übrigen Differenzen lediglich als Folgen der Elevationsfehler **dW** ansieht und die Summe der sich hieraus für jedes Geschütz ergebenden **dW** Null setzt. Berechnet man zu diesem Behuf **dW** für die einzelnen Versuche nach der Gleichung No. 12, so findet sich:

1.,

1., für das Geschütz A.,

f. d. 1. Vers. $dW = 0{,}008421 - 0{,}0002099\,R_1 + 0{,}00707\,dL + 0{,}000966\,d\psi$
" " 2. " $dW = 0{,}021736 - 0{,}0005603\,R_1 + 0{,}02354\,dL + 0{,}005494\,d\psi$
" " 3. " $dW = 0{,}032602 - 0{,}0007257\,R_1 + 0{,}04113\,dL + 0{,}010793\,d\psi$
" " 4. " $dW = 0{,}059857 - 9{,}0011097\,R_1 + 0{,}10328\,dL + 0{,}032570\,d\psi$

und für das Geschütz B.,

f. d. 1. Vers. $dW = 0{,}007887 - 0{,}0001768\,R_1 + 0{,}00664\,dL + 0{,}001045\,d\psi$
" " 2. " $dW = 0{,}022878 - 0{,}0005759\,R_1 + 0{,}02410\,dL + 0{,}005168\,d\psi$
" " 3. " $dW = 0{,}033142 - 0{,}0007708\,R_1 + 0{,}04161\,dL + 0{,}010364\,d\psi$
" " 4. " $dW = 0{,}058400 - 0{,}0010079\,R_1 + 0{,}10264\,dL + 0{,}034980\,d\psi$

Wird nun für jedes Geschütz die Summe der 4 dW Null gesetzt, so erhält man:

für das Geschütz A., $R_1 = 48{,}15 + 68{,}72\,dL + 19{,}58\,d\psi$
" " " B., $R_1 = 48{,}32 + 69{,}13\,dL + 20{,}31\,d\psi$

und hieraus:

für A.,

1ster Vers. $dW = -\,0{,}00235 - 0{,}00736\,dL - 0{,}003144\,d\psi$
2ter " $dW = -\,0{,}00237 - 0{,}01085\,dL - 0{,}004301\,d\psi$
3ter " $dW = -\,0{,}00170 - 0{,}00875\,dL - 0{,}003413\,d\psi$
4ter " $dW = +\,0{,}00642 + 0{,}02700\,dL + 0{,}010855\,d\psi$

und für B.,

1ster Vers. $dW = -\,0{,}00065 - 0{,}00558\,dL - 0{,}002554\,d\psi$
2ter " $dW = -\,0{,}00495 - 0{,}01571\,dL - 0{,}006562\,d\psi$
3ter " $dW = -\,0{,}00410 - 0{,}01168\,dL - 0{,}005346\,d\psi$
4ter " $dW = +\,0{,}00970 + 0{,}03297\,dL + 0{,}014448\,d\psi$

Die wahrscheinlichsten Werthe für L und ψ sind nun diejenigen, für welche die Summe der Quadrate der obigen 8 Differenzen dW ein Minimum, mithin die Summe der Differentiale dieser Quadrate Null wird. Dieser Bedingung entspricht $dL = 0{,}37$ und $d\psi = -\,1{,}51$, mithin $d\beta = -\,0{,}000001257$, so daß sich also der fragliche Factor des durch die Theorie gegebenen Widerstandes der Luft, welcher sich aus Huttons Angaben zu $1{,}44\,(1 + 0{,}0000005050\,v^2)$ stellte, nunmehro $1{,}81\,(1 - 0{,}000009752\,v^2)$ würde.

Bei dieser Rechnung werden die Aenderungen von L und ψ als Differentiale dieser Größen behandelt, und hätte man für dieselben nur kleine Werthe erhalten, so würde diese Betrachtungsweise (welche

die allein ausführbare in dem vorliegenden Falle war) zu keinem bemerklichen Fehler geführt haben. Da jedoch die fraglichen Aenderungen von L und ψ an sich noch beträchtlich sind, so erhält man durch das angewendete Verfahren nicht ihre wahre Größe, sondern nur die Richtung, in welcher sie stattfinden müssen. Dies spricht sich durch den Umstand aus, daß β negativ wird; denn eine solche Voraussezzung würde wenig wahrscheinlich, wo nicht widersinnig sein; weil sie den Widerstand für die größeren Geschwindigkeiten verhältnißmäßig kleiner als für die kleineren Geschwindigkeiten gäbe. Man muß sich daher begnügen, aus der vorstehenden Rechnung folgende, wohl unleugbar aus ihr hervorgehende Resultate zu ziehen:

1., Die Huttonschen Angaben über die Größe des Widerstandes der Luft sind im Ganzen viel zu groß.

2., Das Verhältniß der Widerstände zu den Quadraten der Geschwindigkeiten der Geschosse ist, wo nicht völlig constant, doch bei weiten weniger veränderlich, als es sich nach den Huttonschen Angaben zeigt. Aus dem letzteren Umstande geht hervor, daß man nur wenig fehlen kann, wenn man den Widerstand der Luft, wenigstens für jedes Geschütz, so lange aus demselben mit den nämlichen Pulverladungen geschossen wird, den Quadraten der Geschwindigkeit verhältnißmäßig annimmt. Alsdann wird aber β und u Null und der große Vortheil erlangt, sich der schon oft erwähnten ballistischen Tafeln bedienen zu können.

IV.

Versuch einer näheren Bestimmung des Widerstandes der Luft unter der Voraussetzung, daß derselbe den Quadraten der Geschwindigkeiten verhältnißmäßig sei.

Setzt man in den im vorigen Abschnitt beschriebenen Rechnungen zu diesem Behuf überall $u = o$, und sucht man L auf ähnliche Weise, wie es oben geschah, zu bestimmen, so ergiebt sich diese Größe ungefähr 1,26. Es handelt sich daher darum, diesen Werth noch näher zu prüfen und hierzu die ganze Rechnung mit demselben zu wiederholen. Dabei kann man aber die ballistischen Tafeln benutzen, wodurch zugleich der Vortheil erlangt wird, die bisher ausgelassenen

hinteren Glieder in der Gleichung No. 7. mit zu berücksichtigen. Nach der Vereinfachung, welche die Gleichung 10. durch die Annahme u = o erhält, kann man sie nämlich ohne erheblichen Fehler schreiben:

$$R = \left[\frac{A}{\xi \,\text{Sin. w} - \zeta_{11}} - \frac{C}{A}\,\text{Sin.w}\right] + \Delta\left[\frac{\frac{d^2 A}{d\xi^2}}{\xi \,\text{Sin. w} - \zeta_{11}}\right]$$

oder wenn ϱ_1 derjenige Werth von R ist, welcher $\Delta = o$ entspricht, und sich nach den ballistischen Tafeln berechnen läßt:

$$13.,\ R = \frac{1}{\varrho_1} + \Delta\left[\frac{\frac{d^2 A}{d\xi^2}}{\xi \,\text{Sin. w} - \zeta_{11}}\right].$$

$$= \frac{1}{\varrho_1} + \Delta\left[\frac{h^{\xi}}{\xi \,\text{Sin. w} - \zeta_{11}}\right]$$

Die Ausführung dieser Rechnung giebt:

Geschütz.	A.,			
Nummer des Versuchs.	I.	II.	III.	IV.
$\frac{1}{\varrho_1}$	31,839	30,964	30,018	30,685
Das von Δ abhängige Glied.	0,228	0,214	0,267	0,375
R.	32,067	31,178	30,285	31,060

Geschütz.	B.,			
Nummer des Versuchs.	I.	II.	III.	IV.
$\frac{1}{\varrho_1}$	34,726	28,813	29,000	32,295
Das von Δ abhängige Glied.	0,564	0,146	0,292	0,263
R.	35,290	28,959	29,292	32,558

Eben so sehr vereinfacht sich die Berechnung der Fehler in den Sinusen der Elevationswinkel nach der Gleichung 12. Bei der Aufstellung derselben kann man aber auch voraussetzen, daß diese Fehler aus 2 Gliedern bestehen, nämlich aus einem für jedes Geschütz constanten, durch Fehler seiner Friesendurchmesser, eine Excentricität seiner Bohrung u. s. w. erzeugten Theil δ und aus einem zufälligen, für jeden Versuchstag anderen Fehler dW.

Auf diese Weise ergiebt sich:

1., für das Geschütz A.,

f. d. 1. Vers. $dW = 0{,}008984 - 0{,}0002801\, R_1 + 0{,}00842\, dL - \delta$
" " 2. " $dW = 0{,}024934 - 0{,}0007997\, R_1 + 0{,}02814\, dL - \delta$
" " 3. " $dW = 0{,}03885 - 0{,}0012839\, R_1 + 0{,}04904\, dL - \delta$
" " 4. " $dW = 0{,}07886 - 0{,}0025365\, R_1 + 0{,}12495\, dL - \delta$

und für das Geschütz B.,

f. d. 1. Vers. $dW = 0{,}008491 - 0{,}0002406\, R_1 + 0{,}00786\, dL$
" " 2. " $dW = 0{,}025886 - 0{,}0008939\, R_1 + 0{,}02892\, dL$
" " 3. " $dW = 0{,}039176 - 0{,}0013374\, R_1 + 0{,}04853\, dL$
" " 4. " $dW = 0{,}078784 - 0{,}0024197\, R_1 + 0{,}12610\, dL$

Setzt man für jedes Geschütz $\Sigma (dW) = o$, so findet sich.

für A., $R_1 = 30{,}934 - 816\, \delta + 42{,}968\, dL$
" B., $R_1 = 31{,}141 - 818\, \delta + 43{,}219\, dL$

und hieraus für A.,

f. d. 1. Vers. $dW = + 0{,}000315 - 0{,}771\, \delta - 0{,}00362\, dL$
" " 2. " $dW = + 0{,}000199 - 0{,}347\, \delta - 0{,}00622\, dL$
" " 3. " $dW = - 0{,}000832 + 0{,}048\, \delta - 0{,}00612\, dL$
" " 4. " $dW = + 0{,}000318 + 1{,}070\, \delta + 0{,}01596\, dL$

ingleichem für B.,

f. d. 1. Vers. $dW = + 0{,}001003 - 0{,}803\, \delta - 0{,}00249\, dL$
" " 2. " $dW = - 0{,}001956 - 0{,}268\, \delta - 0{,}00972\, dL$
" " 3. " $dW = - 0{,}002472 + 0{,}094\, \delta - 0{,}00929\, dL$
" " 4. " $dW = + 0{,}003426 + 0{,}977\, \delta + 0{,}02150\, dL$

Wird endlich für jedes Geschütz dL so bestimmt, daß $\Sigma (dW)^2$ ein Minimum ist, so kommt:

bei dem Rohr A., $dL = - 0{,}0227 - 63{,}2\, \delta$
" " " B., $dL = - 0{,}1743 - 38{,}2\, \delta$

und durch Annahme dieser Werthe von dL stellen sich die vorstehenden Differenzen dW folgendermaßen:

Geschütz A.,	Geschütz B.,
+ 0,000397 — 0,541 δ	+ 0,001434 — 0,707 δ
+ 0,009340 + 0,046 δ	— 0,000261 + 0,103 δ
— 0,000695 + 0,435 δ	— 0,000852 + 0,449 δ
— 0,000042 + 0,060 δ	— 0,000321 + 0,155 δ

Soll die Summe der Quadrate dieser Differenzen für jedes Geschütz ein Minimum werden, so muß δ für beide positiv, z. B. für das Rohr B. 0,002 sein; allein diese Größe kann nicht so willkührlich und nicht ohne Berücksichtigung des am Schluß des ersten Abschnitts gedachten Versuchs angenommen werden. Dieser Versuch zeigt im Allgemeinen, daß δ für beide Geschütze merklich verschieden war, wollte man jedoch die Ergebnisse desselben schon als genaue Mittelzahlen zur Bestimmung der Werthe von δ betrachten, so würde letzteres bei dem Rohr A. um 0,0013 kleiner angenommen werden müssen, als bei dem Rohr B., und dagegen R_1 für A. beträchtlich größer als für B. ausfallen. Hieraus folgte dann, daß die mittlere anfängliche Geschwindigkeit der Geschosse in dem kürzeren Rohr A. beträchtlich größer, als in dem längeren Rohr B. gewesen wäre, und da die fast unmerkliche Verschiedenheit ihres Spielraums dies wohl nicht hinlänglich erklären dürfte, so scheinen jene, allerdings nur aus 10 Schüssen gezogenen Ergebnisse nicht genau zu sein, sondern die wahren Mittelzahlen einander näher zu liegen.

Bei dem Rohr A. wurde das 100 Ellen entfernte Ziel von den Mittelpunkten der Kugeln im Durchschnitt um 0,202 Ellen unter der Linie getroffen, welche man sich parallel mit der Visirlinie durch den Mittelpunkt der Mündung gelegt denken konnte, und der wahrscheinliche Fehler dieser Bestimmung ergab sich aus den Abweichungen der einzelnen Schüsse von dieser Richtung 0,019 Ellen. Rechnet man hierzu, daß der angewendete Vergleichungskegel vielleicht nicht vollständig richtig sein, und hieraus auf 100 Ellen eine Höhendifferenz von 0,005 Ellen entstehen konnte, so ergiebt sich, daß die Grenzen des Wahrscheinlichen noch nicht gerade überschritten werden, wenn man jene Tiefe, anstatt 0,202 Ellen, nur zu 0,178 Ellen annimmt. Diese Tiefe läßt sich nun aber auch nach der Gleichung 7. berechnen, indem

man Sin. w = δ, ξ = 100 m, u = o, $\varrho = \frac{1}{R_1}$ setzt, das ganz unbeträchtliche 3te Glied der Reihe wegläßt, und um ζ sogleich in Ellen ausgedrückt zu erhalten, mit $\frac{1}{m}$ multiplicirt. Bei der geringen Länge dieser Flugbahn kann ferner ein kleiner Fehler von L keine erhebliche Differenz in der Bestimmung von ζ erzeugen, und daher für diesen Coefficienten unbedenklich im Mittelwerth L = 1,2 angenommen werden, welchem $R_1 = 28,4 - 816\ \delta$ entspricht. Man erhält daher m = 0,000776, ξ = 0,0776, $(e^{\xi} - \xi - 1) = 0,00309$ und endlich zur Bestimmung von δ die Gleichung:

$$0,178 = \left[0,0776\ \delta - \frac{0,00309}{28,4 - 816\ \delta}\right] \times \frac{1}{0,000776} \text{ oder}$$

$$0,178 = 100\ \delta - \frac{3,982}{28,4 - 816\ \delta.}$$

Hieraus folgt $\delta = -0,000394$, und diese Correction bleibt daher für das Geschütz A. immer noch eine negative Größe, wenn man auch die Richtung, in welcher seine Geschosse die Mündung verlassen, so hoch annimmt, als es nach den Ergebnissen des zuletzt betrachteten Versuchs irgend zulässig erscheint. Unter allen Werthen, welche für δ aus diesem Versuch in Rücksicht auf das Geschütz A. abgeleitet werden können, ist der so eben gefundene offenbar der kleinste und er hat daher den doppelten Vortheil, daß er 1., die unwahrscheinliche große Verschiedenheit der mittleren anfänglichen Geschwindigkeiten der Geschosse beider Geschütze am meisten verringert, und 2., den übrigen Versuchen am besten entspricht, indem bei denselben die Erreichung des Minimums der Fehlerquadrate, wie oben bemerkt, sogar ein positiver Werth von δ erheischte.

Bei dem Geschütz B. können hauptsächlich zwei verschiedene Annahmen über die Lage der Punkte, in welchen das 100 Ellen entfernte Ziel getroffen wurde, in Betracht kommen, nämlich die unmittelbare gefundene Tiefe 0,07 Ellen und die äußerste Grenze, bis zu welcher man sich die wahrenmittlere Tiefe größer denken kann, ohne die Grenzen des Wahrscheinlichen zu überschreiten, d. i. 1,33 Ellen. Die erstere führt zur Bestimmung von δ auf die Gleichung:

$$0{,}07 = 100\,\delta - \frac{3{,}982}{28{,}6 - 818\,\delta},$$

aus welcher $\delta = 0{,}000722$ folgt. Die zweite Annahme hingegen giebt $\delta = 0{,}000065$, und dieser Werth von δ hat den Umstand für sich, daß bei demselben der im Ganzen etwas unwahrscheinliche Unterschied zwischen den anfänglichen Geschwindigkeiten der Geschosse bei beiden Geschützen am kleinsten ausfällt; allein er entspricht den übrigen Versuchen weit weniger, als der erstere Werth von δ, weil er weiter als derselbe von $\delta = 0{,}002$ entfernt ist, für welches die Summe der Quadrate der bei diesen Versuchen vorkommenden Fehler ein Minimum wird.

In Erwägung der so eben auseinandergesetzten Gründe wurde für das Geschütz A. $\delta = -0{,}000349$ und für das Rohr B. $\delta = +0{,}000722$ gesetzt. Dies gab:

für das Geschütz A., $R, = 31{,}255 + 42{,}968\, dL$

" " " B., $R, = 30{,}550 + 43{,}219\, dL$

und für die Differenzen dW folgende Werthe:

für A.,	für B.,
$+ 0{,}000619 - 0{,}00362\, dL$	$+ 0{,}000423 - 0{,}00249\, dL$
$+ 0{,}000336 - 0{,}00622\, dL$	$- 0{,}002149 - 0{,}00972\, dL$
$- 0{,}000851 - 0{,}00612\, dL$	$- 0{,}002404 - 0{,}00929\, dL$
$- 0{,}000104 + 0{,}01596\, dL$	$+ 0{,}004130 + 0{,}02150\, dL$

Diese Differenzen geben als wahrscheinlichsten Werth:

für das Geschütz A., $dL = + 0{,}0022.$

" " " B., $dL = - 0{,}2019.$

und nach Substitution dieser Ergebnisse in den vorstehenden Differenzen dW finden sich letztere:

für A.,	für B.,
$+ 0{,}000611$	$+ 0{,}000926$
$+ 0{,}000322$	$- 0{,}000187$
$- 0{,}000864$	$- 0{,}000528$
$- 0{,}000069$	$- 0{,}000211.$

Endlich ist die Summe der Quadrate dieser Fehler bei dem Geschütz A. 0,00000123 und bei dem Geschütz B. 0,00000121, mithin die Wahrscheinlichkeit der beiden gefundenen Werthe von dL beinahe völlig gleich, so daß man das arithmetische Mittel derselben, d. i.

dL = — 0,100 nehmen kann. Da indessen diese Correction noch nicht ganz unbeträchtlich ausfiel, so ist sie selbst wieder zu benutzen, um noch eine genauere Bestimmung von L zu erlangen, indem man bei der Untersuchung der Aenderungen, welche der Werth von R durch die Veränderungen von L erleidet, auch auf die hauptsächlichsten Glieder von $\frac{d^2R}{dL^2}$ Rücksicht nimmt. Zu diesem Behuf ist nämlich anstatt $\frac{dR}{dL}dL$ der Ausdruck $\frac{dR}{dL}dL + \frac{1}{2}\frac{d^2R}{dL^2}dL^2$, oder da dL nahe — 0,1 ist, $\left(\frac{dR}{dL} - \frac{1}{20}\frac{d^2R}{dL^2}\right)dL$ in Rechnung zu bringen. Alsdann erhält man, anstatt der früher gefundenen Werthe von dW

für das Geschütz A.,	für B.,
+ 0,000619 — 0,0031 dL	+ 0,000423 — 0,0021 dL
+ 0,000336 — 0,0054 dL	— 0,002149 — 0,0083 dL
— 0,000851 — 0,0054 dL	— 0,002404 — 0,0084 dL
— 0,000104 + 0,0139 dL	+ 0,004130 + 0,0188 dL

Aus ihnen folgt für A., dL = + 0,003 und für B., dL = — 0,231, mithin als Mittelzahl dL = — 0,11 und L = 1,15. Dabei wird

für A. R, = 26,75 und die mittlere anfängliche Geschwindigk.: 790 Ellen
„ B. R, = 26,05 „ „ „ „ „ 779 „

Ferner stellen sich die Differenzen dW folgendermaßen:

für A.	für B.
+ 0,000960	+ 0,000654
+ 0,000930	— 0,001236
— 0,000247	— 0,001480
— 0,001623	+ 0,002062

Wäre demnach die mittlere anfängliche Geschwindigkeit der Geschosse, so wie sie sich für L = 1,15 ergiebt, für jedes Geschütz bekannt gewesen, und hätte man bei den stattgehabten Versuchen die Richtungswinkel zum Schießen nach einem gegebenen Zielpunkt nach derselben Annahme von L berechnet, so würden wegen der Abweichungen, die an diesen Tagen zufällig eingetreten sind, die Geschosse im Durchschnitt über den eigentlichen Zielpunkt hinweg gegangen sein:

Geschütz A.,

auf 594 Ellen	Schußweite	+ 0,57	Ellen.
" 1292 "	"	+ 1,20	"
" 1704 "	"	— 0,43	"
" 2511 "	"	— 4,19	"

Geschütz B.,

auf 610 Ellen	Schußweite	+ 0,39	Ellen.
" 1261 "	"	— 1,55	"
" 1675 "	"	— 2,48	"
" 2638 "	"	+ 5,43	"

Nimmt man hingegen an, L = 1,15 sei noch um 0,05 zu groß, so erhält man dadurch z. B. bei dem Geschütz A. R, um 2,145 zu groß, da sich jedoch diese Differenzen immer theilweise ausgleichen, so würde man bei der Berechnung der Richtungswinkel nach dieser Annahme nur folgende geringe Fehler begehen:

Schußweite.	Fehler d. Sinus d. Elevationswinkels.	Höhenfehler am Ziel.
594 Ellen	— 0,00018	— 0,11 Ellen
1292 "	— 0,00029	— 0,36 "
1704 "	— 0,00030	— 0,51 "
2571 "	+ 0,00077	+ 1,98 "

Endlich ist die Summe der Quadrate der 8 Differenzen, $\Sigma\,(dW)$ $= 0{,}00001388$, folglich der mittlere Fehler $dW = \sqrt{\frac{0{,}00001388}{7}}$ und da in dem arithmetischen Mittel der oben als Funktionen von δ ausgedrückten Werthe von dL, 50 δ enthalten sind, so beträgt der mittlere Fehler in den einzelnen 8 Bestimmungen von dL, $50\sqrt{\frac{0{,}00001388}{7}}$, und folglich der wahrscheinliche Fehler von L $0{,}6745\ 50\sqrt{\frac{0{,}00001388}{7.\,8.}} = 0{,}0168\ldots$ Dividirt man nun die Anzahl der Schüsse, welche bei jedem der 8, den Werthen von dW entsprechenden Versuchen geschahen, durch das Quadrat dieses wahrscheinlichen Fehlers, so erhält man das Gewicht für die Bestimmung von L, nämlich $= \frac{30}{[0{,}0168\ldots]^2} = 106470$. Würden demnach

durch verschiedene, der vorstehenden ähnliche, Untersuchungen nach und nach für L die Werthe L_1 L_2 L_3 ...... und deren Gewichte p_1 p_2 p_3 ..... gefunden, so folgte aus allen einzelnen Bestimmungen als wahrscheinlichster Werth:

$$L = \frac{L_1 p_1 + L_2 p_2 + L_3 p_3 \ldots\ldots}{p_1 \; p_2 \; p_3 \ldots\ldots}$$

Die vorstehenden Erörterungen dürften wohl hinlänglich sein, um zu zeigen, wie der gefundene Werth von L den Versuchen entspricht, auf welche seine Berechnung sich gründet. In wie weit er jedoch mit dem wahren Werth von L übereinstimmt, und ob diese Größe für Geschosse von verschiedenem Kaliber oder für verschiedene anfängliche Geschwindigkeiten verschieden angenommen werden muß, können nur weitere Untersuchungen entscheiden, zu welchen sich ins Besondere in größeren Artillerien gewiß von Zeit zu Zeit Gelegenheiten darbieten. Der Verfasser würde die gegenwärtige Arbeit nicht für nutzlos halten, wenn sie zu mehrseitigen Untersuchungen über diesen Gegenstand Veranlassung gäbe, und es scheint ihm nicht unmöglich, den Factor L auf diese Weise nach und nach mit einer solchen Sicherheit zu bestimmen, welche für die Praxis nichts zu wünschen übrig ließe.

Alsdann würde auch die Ballistik überhaupt noch mehr Bearbeiter finden, und durch ihre Anwendung zur Berechnung von Tabellen und anderer für den praktischen Artilleristen brauchbaren Hilfsmittel für das wirkliche Leben nützlich werden.

W. v. Rouvroy.

XIV.

Uebersicht
der neuern Literatur der Artillerie-Wissenschaft von 1760 bis 1841.

Sachlich geordnet von Slevogt, Hauptmann der Artillerie.

Einleitung.

In einer Reihe von Heften des Archiv's haben wir die ältere Literatur der Artillerie bis zum Jahr 1760, so weit wir von derselben Kenntniß haben, in den Nachträgen zur Geschichte der Feuerwaffentechnik vom Hauptmann Meyer aufgenommen. Es erschien uns keinem Bedenken unterworfen, diese Nachweisung chronologisch zu ordnen, weil diese älteren Schriften gegenwärtig nur noch das historische Interesse in Anspruch nehmen, d. h. nur insofern einen Werth haben, als sie den gleichzeitigen Zustand der Waffe charakterisiren: was in denselben wissenschaftlichen Werth hatte, ist, geläutert und durch neue Erfahrungen vervollständiget, in die neuere Literatur übergegangen, das Unbrauchbare ist in die verdiente Vergessenheit gesunken. Sehr viele dieser älteren Schriften existiren nur noch in wenigen, schwer aufzufindenden Exemplaren und von manchen läßt sich die Tendenz ihres Inhalts nur aus dem Titel folgern.

Nicht so verhält es sich mit der neueren Literatur der Waffe, welche den gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft repräsentirt und die Quelle des Studiums derselben ist; es scheint uns hier rathsamer, eine nach den Stoffen geordnete Klassifikation eintreten zu lassen. Wir haben das Jahr 1760 als die Scheidung angenommen, weil um diese Zeit die durchgreifende Gribeauval'sche Reform einer großen Zahl von polemischen Schriften den Ursprung gab, in welchen zum erstenmal die Principien mit einer zuverlässigen Grundlage von wissenschaftlicher Auffassung und praktischer Erfahrung abgehandelt wurden. Die veränderte Anordnung scheint uns noch außerdem durch die gleichzeitig bemerkbar werdenden großen Fortschritte der Ballistik, der von ihr abhängigen Konstruktionslehre und durch das gleichzeitige Hinzutreten einiger Zweige der Wissenschaft, welche vorher fast gar keiner Betrachtung werth gehalten worden sind, gerechtfertiget, nämlich der Geschichte, der Organisation und des Gebrauchs der Waffe im Kriege. Aus diesem innern und äußern Wachsthum der Wissenschaft entstand zugleich die Nothwendigkeit für die Schriftsteller, sich auf einzelne Zweige zu beschränken, weil es immer schwerer wurde, alle mit gleicher Kenntniß und gleicher Sorgfalt zu behandeln: die neuere Literatur läßt sich daher auch leichter als die ältere dem Stoffe nach von einander scheiden.

Unsere, in diesen Blättern folgende Darstellung des gegenwärtigen Standpunktes der artilleristischen Literatur ist weit entfernt, den Anspruch auf Vollständigkeit zu machen: um zu dieser zu gelangen, würde selbst die reichste Büchersammlung nicht ausreichen. Wir glauben aber dennoch, nicht ohne Nutzen gearbeitet zu haben, weil den meisten unserer Commilitonen die Gelegenheit, sich mit der Literatur der Waffe vertraut zu machen, nicht in dem Maaße zu Theil werden kann, wie sie in einer Stellung im Mittelpunkt aller Zweige der Artillerie sich darbietet.

Ein großes Hinderniß der Kenntniß und der Benutzung der neuern Literatur ist der Umstand, daß viele werthvolle Aufsätze, welche in das Gebiet der Artillerie gehören, in der Militair-Journalistik zerstreut sind. Der Kurfürstl. Hessische Premier-Lieutenant, Herr v. Gironcourt, hat sich das Verdienst erworben, diese in seinem Repertorium der Militair-Journalistik des 19ten Jahrhunderts nachzuweisen, worauf wir

hier mit dem Wunsche hindeuten wollen, daß von Zeit zu Zeit eine neue Auflage oder ein Supplement dieses nützlichen Unternehmens erscheinen möge.

Auf Manuscripte haben wir gar nicht eingehen können. Es ist gewiß, daß eine große Zahl der werthvollsten Schriften aus Bescheidenheit oder durch ungünstige Verhältnisse dem Lichte der Publizität entzogen worden sind; aber wer soll ihr Dasein ergründen und wenn dieses nachgewiesen wäre, wer soll den Nutzen ihres Gebrauchs sich verschaffen? — Es schien uns dagegen eine Pflicht der Pietät, eine kleine Anzahl von sogenannten Collegien, d. h. handschriftlichen Zusammenstellungen zu erwähnen, welche in der Preußischen Artillerie sehr lange Zeit den Mangel aller, von vaterländischen Einrichtungen sprechenden Druckschriften ersetzt und deren Verfasser sich also einen Anspruch auf den Dank ihrer Zeitgenossen und in historischer Beziehung auch auf den der Nachwelt erworben haben.

Der Zweck der nachstehenden Mittheilungen und der Charakter des Archiv's schließen jede Kritik über die zu nennenden Werke vollständig aus: wir werden uns daher darauf beschränken, hinter den Titeln der wichtigsten derselben mit wenigen Worten den Inhalt zu bezeichnen, um darauf aufmerksam zu machen, was der Leser in denselben zu finden hoffen darf.

Es erschien uns passend, jedem Abschnitt eine kleine Uebersicht vorauszuschicken, in welcher wir den jetzigen Standpunkt des betreffenden Zweiges darzustellen suchen werden. Für die Eintheilung der ganzen Wissenschaft haben wir folgende Abschnitte gewählt.

I. Geschichte der Artillerie.
   a. Allgemeine Geschichte der Artillerie.
   b. Geschichte einzelner Perioden.
   c. Geschichte einzelner Zweige.
   d. Geschichte einzelner Artillerien.

II. Literatur der Artillerie.
   a. Literatur.
   b. Wörterbücher.

III. Werke, welche entweder das ganze Gebiet der Wissenschaft, oder wenigstens mehrere Zweige derselben umfassen.

- a. Encyklopädische Werke.
- b. Taschenbücher von mehr oder weniger offizieller Bedeutung.
- c. Werke gemischten Inhalts.

IV. Pulver.

- a. Werke allgemeinen Inhalts.
- b. Gewinnung der Materialien.
- c. Fabrikation.
- d. Probiren des Pulvers.

V. Konstruktionslehre und Technik.

- a. Konstruktions-Principien, Berechnungen und Beschreibungen im Allgemeinen.
- b. Konstruktion, Guß und Prüfung der Geschützröhre.
- c. Konstruction der Laffeten, Fahrzeuge und Geräthschaften der Artillerie.
- d. Technik der Artillerie.
- e. Artilleriezeichnen.

VI. Kleine Waffen.

- a. Allgemeine Werke.
- b. Konstruktion.
- c. Fabrikation.
- d. Gebrauch und Wirkung.

VII. Pyrotechnie.

- a. Feuerwerkerei im Allgemeinen und Laboratoriendienst.
- b. Konstruktion und Anfertigung der Munition und der Ernstfeuer.
- c. Lustfeuerwerkerei.

VIII. Balistik.

- a. Balistik im Allgemeinen.
- b. Lehre von der Entzündung und der Kraftäußerung des Pulvers.
- c. Balistische Theorie.
- d. Wirkungen der Artillerie.

IX. Organisation und Taktik.

- a. Werke allgemeinen Inhalts.
- b. Organisation.

c. Elementar-Taktik und Ausbildung der Landartillerie.
d. Bedienung der Küsten- und Marine-Artillerie.

X. Gebrauch der Artillerie.
a. Gebrauch im Allgemeinen.
b. Gefechtslehre.
c. Belagerungskrieg mit Einschluß des Batteriebaues.

XI. Administration.

Wir haben diese Klassifikation nicht noch weiter ausführen, oder vielmehr die Unterabtheilungen jeder Kathegorie nicht vermehren wollen, weil dadurch eine größere Unvollständigkeit jeder einzelnen entstanden sein würde, eine nothwendige Folge des Umstandes, daß sich sehr häufig die eine von der andern nicht füglich scheiden und nicht aus dem Zusammenhange mit derselben reißen läßt.

Nach diesen von uns für nothwendig gehaltenen Erörterungen gehn wir zu dem Stoffe selbst über.

Abschnitt I.

Geschichte der Artillerie.

Die Geschichte der Artillerie ist in ältern uud neuern Werken behandelt worden, welche zum Theil nicht in das engere Gebiet der Artillerie gehören. Wir wollen von diesen nur die **Histoire de la milice française** von **Daniel** (1726), die allgemein bekannte Geschichte der Kriegskunst von J. G. Hoyer und **Rocquancourt's Cours élémentaire d'art et d'histoire militaires. Paris 1831. 2. vols.** nennen, welche eine Menge von Angaben über die Artillerie enthalten, mehrerer anderer Werke nicht zu gedenken, welche die Geschichte der Waffe mit der allgemeinen Geschichte der Kriegskunst verbinden. Allein diese Werke konnten, des großen Umfangs ihres Plans wegen, theils nicht in dem wünschenswerthen Maaße von Genauigkeit auf diesen einzelnen Zweig eingehn, theils beschäftigten sie sich meist nur mit dem Material, nicht mit dem Gebrauch der Waffe.

Eine gründliche Geschichte der Artillerie kann jetzt für den mate-

riellen Theil nur aus der gesammten Literatur der Wissenschaft, für den ausübenden nur aus dieser und der Kriegsgeschichte seit der Mitte des 14ten Jahrhunderts geschöpft werden. Eine Menge einzelner werthvoller Nachrichten sind in den Chroniken einzelner Städte und in Manuscripten zerstreut, deren Aufsuchung und Ausbeutung mehr als ein Menschenleben in Anspruch nehmen würden: die Schwierigkeiten, etwas zu leisten, was einer strengen Anforderung an Zuverlässigkeit und Vollständigkeit zu entsprechen geeignet wäre, sind daher sehr groß und bis jetzt noch nicht überwunden, obgleich die neuere Literatur mehrere Bestrebungen dieser Art aufweisen kann.

Bei dem großen Umfange der Aufgabe läßt sich eine dereinstige befriedigende Lösung nur von einer geschickten Zusammenstellung gediegener historischer Monographien der einzelnen Artillerien erwarten, wodurch die großen Hindernisse am leichtesten überwunden werden würden, welche in der Entfernung der verschiedenen Staaten, in denen die Artillerie nach und nach ausgebildet worden ist, und in dem Mangel an Lokal- und Quellenkenntniß, welcher sich mehr oder weniger jedem Fremden entgegenstellen wird, begründet liegen. Aber auch mit diesem Hülfsmittel ausgerüstet, wird der die nöthigen Vorkenntnisse besitzende Offizier der Waffe schwerlich die Zeit für ein solches Unternehmen übrig behalten: es läßt sich also auch kaum erwarten, daß diese fühlbare Lücke jemals auf eine befriedigende Weise ausgefüllt werden dürfte.

a. Allgemeine Geschichte der Artillerie.

1) **Hartwig.** Dissertatio juridica de pulvere pyrio. 1761. (Notizen im Archiv VIII. pag. 246.)

2) **Glenie.** (James) The history of gunnery: with a new method of deriving the theory of projectiles from the properties of the square and rhombus. London. 1776. 8vo.

3) **Anders.** An inquiry into the origin of the discoveries. London 1792.

4) Beiträge zur Geschichte des Pulvers, der Geschütze und der Kugeln. Berlin 1811.

5)

5) v. Decker. (Carl) Versuche einer Geschichte des Geschützwesens und der Artillerie in Europa von ihrem Ursprung bis auf die gegenwärtigen Zeiten. Berlin 1819. 1. Band. 8vo.

6) **Marion. (Général) Chronologie des machines de guerre et de l'artillerie depuis Charlemagne jusqu'à Charles X. Doullens 1828.**

b. Geschichte einzelner Perioden.

7) **Graffi. (Alfio) Extrait historique sur la milice romaine et sur le phalange grec et macedonien, suivi d'une courte notice sur l'invention de la poudre à canon. Paris 1815.**

8) **Venturi. (J. C.) Dell' origine dell' odierne artiglerie. Milano 1815.**

Deutsche Uebersetzung unter dem Titel: „Von dem Ursprunge und den ersten Fortschritten des heutigen Geschützwesens. Aus dem Italienischen übersetzt und mit absichtlicher Beibehaltung aller in der Denkschrift in der Originalsprache angeführten Bücher und Namensverzeichnisse älterer und neuerer Autoren . . . von G. F. Rödlich. Berlin 1822."

Dieses Werk giebt Auszüge aus mehreren älteren italienischen Schriftstellern, welche wenig bekannt sind, und ist für die Kenntniß der ältesten Konstruktionen der Artillerie von Wichtigkeit. Es umfaßt den Zeitraum von der Erfindung des Pulvers bis zum Jahr 1500.

9) **De l'artillerie du 16me siècle. Paris 1829.**

Ist ein Auszug aus folgendem älteren Werk, dessen 28stes Kapitel von der Artillerie handelt: **Blaise de Vigenère. Art militaire. Paris 1605.**

10) **Dufour. (G. H. — Officier du Genie) Mémoire sur l'artillerie des anciens et sur celle du moyen-age.** 1. Band. **4to. Paris et Geneve 1840.**

Spricht nur von den Kriegsmaschinen der Alten und ihrer Anwendung im Mittelalter. Es ist hier angeführt, weil das Wort „Artillerie zu der Meinung führen könnte: daß in demselben Aufschlüsse über die Feuerwaffen enthalten wären.

c. Geschichte einzelner Zweige.

11) **Huet de Barcelao.** Siehe Abschnitt VI. a. 12.

12) **Meyer.** (Moritz — Hauptmann) Handbuch der Geschichte der Feuerwaffen-Technik, Berlin 1835.

Eine archivarische Sammlung einzelner, auf die Artillerie bezüglicher historischer Thatsachen in der durch den Titel bezeichneten Richtung, durch viele Nachträge im Archiv vervollständiget.

13) **de Galland.** (Ch. — Lieut.) Précis historique des armes defensives et offensives depuis leur invention jusqu'à nos jours. Paris 1835.

14) **Brunet.** (J. — Lieut. d'artill.) Histoire générale de l'artillerie de campagne. Paris 1840. (War 1841 noch nicht vollendet.) Auszüge davon in den französischen Zeitschriften.

14) Histoire des fusées de guerre ou récueil de tout ce qui a été publié ou écrit sur ce projectile suivie de la description et de l'emploi des obus à mitraille dits shrapnels et des balles incendiaires — publiée par Corréard, ancien ingenieur. Paris 1841, avec atlas.

d. Geschichte einzelner Artillerien.

15) **Abrahamson.** Geschichte und Organisation der Königlichen Artillerie-Schule zu Kopenhagen. 1780.

16) **Cronhjelm.** Utkast till Falt-Artilleriets-historia. — Stockholm 1829.

17) **de Salas.** (Don Ramon) Memorial historico de la Artilleria Española. Madrid 1836.

18) v. **Malinowski** (L.) und v. **Bonin.** (R.) Geschichte der Brandenburgisch-Preußischen Artillerie. Berlin 1840. u. 41. 3 Bände. 8vo.

Abschnitt II.

Literatur der Artillerie.

Eben so, wie die Geschichte der Artillerie in mehreren Werken von allgemeiner Tendenz behandelt worden ist, finden sich Verzeichnisse der Literatur der Artillerie in Büchern zerstreut, welche der allgemeinen Militair-Literatur gewidmet sind. Hieher gehören Conrad Walters Militair-Literatur, Dresden 1783., Rumpf's Allgemeine Literatur der Kriegswissenschaften, Berlin 1824. und v. Hoyer's Literatur der Kiegswissenschaften und Kriegsgeschichte, Berlin 1832., welche die Literatur der Artillerie ziemlich vollständig nachweisen, ohne indessen viel mehr, als die Titel zu geben.

Eine wirklich ersprießliche Literatur-Nachweisung der Artillerie würde aber erfordern, daß von jedem Werke eine kurze Inhaltsanzeige und Fingerzeige über die Brauchbarkeit desselben gegeben würden, ein Unternehmen, welches seinen Schöpfer nothwendig in unendlichen Verdruß verwickeln müßte. Aber auch abgesehen davon, so möchte es in mehrfacher Hinsicht sehr schwer werden, jedes über Artillerie erschienene Werk selbst einzusehen und mit hinlänglicher Muse zu lesen, um ein Urtheil darüber begründen zu können.

Die bisher erschienenen Wörterbücher der Artillerie beschränken sich, so weit sie uns bekannt geworden sind, auf nur wenige Sprachen und sind ohne Ausnahme sehr unvollständig. Es würde, um die Aufgabe auf eine befriedigende Weise lösen zu können, eine sehr genaue Kenntniß der Konstruktionen und eine vertraute Bekanntschaft mit beiden Sprachen, für welche das Werk bestimmt ist, erforderlich sein. Beide Ansprüche sind nicht von der Art, daß die Aufgabe als unlösbar betrachtet werden könnte, allein sie fordert jedenfalls viel Zeit und Mühe, ohne in demselben Grade lohnend sein zu können, wie andere literarische Bestrebungen.

a. Literatur der Artillerie.

1) Böhm. (Andreas) Magazin für Ingenieure und Artilleristen. 12 Bände. Giessen 1777 bis 1789.

Der 1ste, 6te und 10te Band dieser Zeitschrift, welche von Hauff 1795 in Frankfurt und Leipzig fortgesetzt worden ist, enthält ein ziemlich vollständiges Verzeichniß der bis zur Zeit ihres Erscheinens vorhanden gewesenen artilleristischen Literatur.

2) **Essai d'une bibliotheque complete d'artillerie. Dresde 1785.**

3) **Doisy. Essai de bibliologie militaire. Paris 1824.** — Betrifft besonders Artillerie und Geniewesen.

4) **Madeleine. Introduction à l'étude de l'artillerie et de l'instruction considerée dans les rapports avec les differents service de cette arme. Paris 1825.**

Dieses Buch gehört nicht in die Klasse der Literatur-Verzeichnisse, sondern ist ein Leitfaden für das Studium der Wissenschaft.

b. Wörterbücher.

1) **Dictionnaire français et hollandais à l'usage de l'artilleur. 1811.**

2) Hoyer. (J. G.) Französisch-deutsches und deutsch-französisches Handwörterbuch aller Kunstausdrücke in den Kriegs-Wissenschaften. Ein Taschenbuch für Offiziere. Paris, Strasburg, Dresden 1812.

3) Rouvroy. (F. G. v.) Wörterbuch der technischen Artillerie, ihrer Bedürfnisse und der mit ihr in Verbindung stehenden Werkstätten. Dresden und Leipzig 1829.

Ist blos französisch-deutsch erschienen.

4) Reinhold. Allgemeines Wörterbuch der deutschen und französischen Kriegskunstsprache u. s. w. Darmstadt 1829.

5) Streit. (F. W.) Englisch-deutsches und deutsch-englisches Wörterbuch der Artillerie. Berlin 1837.

6) **Marion. Vocabulaire allemand-français des principaux termes d'artillerie. 18mo. Paris 1839.**

Fortsetzung folgt.

XV.

Belagerungsübung der Garde= und 2ten Pionier=Abtheilungen gegen die Festung Stettin, im Jahr 1841.

I. Vorbereitungen.

Um den größeren Uebungen der Pioniere einen kriegsgemäßen Character zu geben, ward von Seiten der Generalinspection des Ingenieur-Corps die Verlegung der diesjährigen Belagerungsübung der 2ten Pionier-Abtheilung, welche sonst gegen ein bei dem Dorfe Alt-Torney neben Stettin erbautes beschränktes Erdpolygon statt fand, gegen die Werke der Festung Stettin selbst veranlaßt, indem die ausgedehntere Trace und das höhere Relief dieser großen Festung, die hieraus hervorgehenden schwierigeren Defilementsverhältnisse, so wie die Revêtements der Grabenränder und sonstige Verhältnisse für Angriff und Vertheidigung, welche nur bei zusammengesetzten Befestigungen statt finden können, dieser Uebung offenbar ein Uebergewicht über die bisherigen beschränkteren Angriffe gegen gedachtes Erdpolygon geben mußten. Nachdem schon im Jahr 1839 eine ähnliche, wenn gleich kleinere, Uebung gegen Lünette Borstell vor Danzig mit gutem Erfolge abgehalten worden, genehmigte das Kriegsministerium unterm 8ten Mai d. J. auch obige Belagerungsübung und zwar gegen das Fort Leopold und auf den im Innern desselben liegenden und noch

nicht definitiv regulirten Glacisflächen gegen einen Theil des unteren Anschlusses der Hauptfestung Stettin an die Oder, welcher die Front 2 — 3 umfaßt. Auch genehmigte Se. Majestät der König die Heranziehung einer combinirten Compagnie der Garde-Pionier-Abtheilung von Berlin nach Stettin, in der Stärke von 125 Mann, zu diesem Zweck, so daß mit Einschluß der damals 216 Mann betragenden Ausrückestärke der 2ten Pionier-Abtheilung 341 Pioniere zur Disposition der Uebung standen; hiezu gehörten noch 14 Ingenieuroffiziere, so wie 2 der Garde-Pionier-Abtheilung attachirte Offiziere der Infanterie und 1 Landwehrpionieroffizier.

An Mitteln wurden der 2ten Pionierabtheilung, außer den ihr bereits zugehörigen Geräthschaften und dem wirksamen Beitritt der Fortifikationsbehörde zu Stettin mit 800 Pallisaden, sonstigen Hölzern und Geräthschaften, noch 700 Thaler an baarem Gelde und 8 Ctr. 10 Pfund Minenpulver bewilligt, wozu späterhin noch 100,000 Flintenplatzpatronen und 7 Ctr. 105 Pfd. Minenpulver aus Stettiner Beständen traten.

Anfangs des Monats Juni ward durch die Ingenieurinspection an Ort und Stelle der allgemeine Plan der Uebung festgestellt und hiernach von dem Pionierinspecteur ein detaillirter Entwurf ausgearbeitet.

Inzwischen hatten auch das General-Commando 2ten Armee-Corps und die in Stettin stehende 2te Artillerie-Brigade ihre Theilnahme an dieser Uebung zugesagt und die Commandantur zu Stettin ihre Einleitungen zu den nach der Allerhöchsten Cabinetsodre vom 28sten December 1840 alljährlich abzuhaltenden 2 Festungsmanoeuvres so getroffen, daß sie mit dieser Belagerungsübung zusammenfielen.

Um nun in Bezug auf die Theilnahme der Infanterie den gedeckten Weg vollständig zu armiren, ward durch die 2te Pionier-Abtheilung in den Monaten Juni und Juli der Saillant des gedeckten Weges vor Contregarde II. auf dem Banquet pallisadirt, der eingehende Waffenplatz rechts desselben mit einem Pallisadentambour versehn, in dem links gelegenen Tambour ward ein gesenktes Blockhaus aus Pallisaden erbaut und mit Pallisaden bombensicher eingedeckt, die in diesen Waffenplätzen belegenen Sortien wurden mit großen und die langen Seitenäste der Pallisadirung mit kleinen Barrieren versehn,

auch der Zugang zum Blockhause durch Traversen gegen die Spitzen der anliegenden Saillants gedeckt.

In derselben Zeit bereitete die 2te Pionier-Abtheilung das Contreminensystem vor, indem 2 Hauptgalerien rechts und links der Capitallinie der Contregarde 2, unter dem gedeckten Wege von Pallisaden erbaut und überdeckt wurden, um die Communikation längs des gedeckten Weges nicht zu sperren, außerdem aber 147 Fuß Hauptgalerie, 100 Fuß kleinere Galerien, 290 Fuß Rameaux und 138 Fuß Ecouten zur Deckung des Gefechtsfeldes vor dem Saillant der Contregarde 2 angelegt wurden. Zur Beseitigung der schlechten Wetter wurden längs den Firsten der Galerien Bohrlöcher zu Tage geführt, und 2 Windöfen so wie 2 Freiberger Wetterpumpen im gedeckten Wege, nebst den zugehörigen Luftschöpfungsröhren im Innern der Galerien, aufgestellt.

Auch ward eine Anzahl Sappenböcke nebst Zubehör zur Eindeckung der völligen Sappe, Sappenschirme, Rollkörbe, Schanzkörbe, Hakken, Spaden, Sturmleitern und anderes Requisit des Festungskrieges angeschafft.

II. Eintheilung der Commando's.

Der Ingenieurinspecteur war vom 15ten bis 21sten August in Stettin anwesend und leitete den Gang der Uebung ein. Unter Ihm ordnete der Pionierinspecteur währenddessen und nach Seinem Abgange bis zum 12ten September die täglichen Arbeiten nach dem vorher genehmigten Entwurf an.

Zu seiner Unterstützung wechselten die Commandeure der Garde- und 2ten Pionier-Abtheilungen täglich im Dujourdienste ab, indem sie die Dispositionen des Pionierinspecteurs zur Ausführung brachten, sämmtliche Meldungen an ihn gelangen ließen und zweifelhafte Fälle nach den aufgestellten Grundsätzen entschieden.

Unter ihnen standen die beiden Oberingenieure des Angriffs und der Vertheidigung. Diesen waren die diensthuenden Ingenieuroffiziere beigegeben, welche während der eigentlichen Cheminementsarbeiten und des Minenkrieges jedesmal 12 Stunden im Dienst blieben und von denen immer so viel herangezogen wurden, als zur Beaufsichtigung erforderlich waren.

Die Unteroffiziere und Gemeinen der Pioniere wurden täglich in 3 Ablösungen oder Schichten eingetheilt und löseten sich von Montag früh 6 Uhr bis Freitag Abends 6 Uhr, als so lange in jeder Woche die Arbeit ununterbrochen durch Tag und Nacht fortging, alle 6 Stunden ab, nachdem sie 12 Stunden geruhet hatten. So hatte jeder Unteroffizier und Pionier täglich 8 Stunden zu verschiedenen Tageszeiten gearbeitet und es wurde davon nur abgewichen, wenn allgemeine, die ganze Truppenmasse auf einmal erfordernde Gefechte Ausnahmen nöthig machten.

Gewöhnlich wurden die gegenseitigen Beobachtungsposten von der Infanterie gegeben, in Behinderungsfällen jedoch die Pioniere auch dazu herangezogen.

Immer kamen die Pioniere zu ihren Ablösungen längs den Tranchéelinien völlig armirt an, und dort wurden die Gewehre hinter den Arbeitsposten abgesetzt, um nöthigenfalls zur Hand genommen zu werden, was namentlich bei Ausfällen oftmals geschah.

Auf Grund der täglichen Generaldispositionen wurden von den Oberingenieuren Specialdispositionen entworfen, welche die Art der Ausführung und Eintheilung der Arbeitskräfte in allen Details enthielten. Ueber die geschehenen Ausführungen machte jeder Offizier unmittelbar nach der Ablösung einen schriftlichen Rapport, und diese Rapporte gingen, von den Oberingenieuren zusammengestellt, durch den Instanzenzug an den Dirigenten.

Da das Uebungsterrain zwischen wirklichen Festungswerken lag, und deshalb die Pläne nicht veröffentlicht werden durften, so lag der Plan-Directeur, auf welchem der genehmigte Entwurf verzeichnet war, im Bureau des Pionierinspecteurs im Laboratorium des Fort Leopold, welches zu dem Ende von dem Artilleriedepot eingeräumt war, zur Einsicht der dazu befugten Offiziere vor und ward in einem besonders angelegten Plan der Ausführung durch die Adjutanten der Abtheilungscommandeure täglich die genau gemessene Sachlage, als Anhalt für den späteren Bericht und die täglich zu gebenden unpartheiischen Entscheidungen, eingetragen.

In ähnlicher Art war von Seiten der 2ten Artillerie-Brigade ein Offizier, um die Artillerie des Angriffs zu leiten, nebst einem Artillerie-Commando, permanent abgetheilt; die artilleristischen Vertheidi-

gungsarbeiten wurden von dem Artillerieoffizier des Platzes geleitet und beide Offiziere setzten sich täglich mit dem Pionierinspecteur durch gegenseitige Mittheilung ihrer Dispositionen in Verbindung.

Eben so hatte die dritte Division des 2ten Armeecorps einen Offizier designirt, welcher täglich bei der Belagerungsübung anwesend war, um die Theilnahme der Infanterie an derselben einzuleiten. Ungeachtet die Brigade- und Divisionsübungen des 2ten Armee-Corps mit dieser Belagerungsübung zusammenfielen und jede Detachirung von Infanterie-Commando's zu derselben mit Störungen der Divisionsübungen verbunden sein mußte, so ward dennoch durch gegenseitige Modifikation der Entwürfe und zweckmäßige Auswahl der Gefechtszeiten, welche gewöhnlich in die Abendstunden, wenn die Infanterie vom Feldmanoeuvre zurückkam, gelegt wurden, auch dieser Schwierigkeit begegnet und durch das Entgegenkommen der 3ten Division und 3ten Infanteriebrigade das Mögliche geleistet.

III. Recognoscirung des Terrains vor Fort Leopold.

Es ward vorausgesetzt, daß ein am linken Oderufer von Nordost her gegen Stettin schon früher herangerücktes Einschließungscorps sich dieser Festung am 15ten August Abends bis an die Grenze des Geschützbereichs genähert und in der Nacht zum 16ten August seine Vorpostenchaine gegen die Forts Wilhelm und Leopold so nahe, als das Terrain es erlaubte, geschoben habe. In der Absicht, das Fort Leopold förmlich anzugreifen, ward mit einbrechender Morgendämmerung, also von 2 Uhr Morgens ab, eine Recognoscirung des, zur Anlage der 1sten Parallele und der zu dieser führenden Communicationen, günstigen Terrains, so wie der Festungswerke selbst, der Verlängerung der den Weg des Angriffs bezeichnenden Capitallinien und der zu den Angriffsbatterien geeigneten Terrainpunkte, unter Zugrundelegung eines in die Hände des Angriffscorps gefallenen Uebersichtsplans des Terrains und der Festung, vorgenommen. 1 Capitain, 4 Lieutenants, 2 Fähnriche, 2 Unteroffiziere, 24 Mann der Pioniere und 1 Compagnie Infanterie führten diesen Auftrag aus, indem die Recognoscirung, in der Dunkelheit der Nacht von den Festungswerken selbst, an die man sich durch die Postenchaine der Besatzung heranzuschieben suchte, anfangend, sich mit anbrechendem Tage allmählig gegen die entfernteren

und gesicherteren Terraintheile zurückzog und um 10 Uhr Vormittags ihr Ende erreicht hatte. Auch von Seiten der Angriffsartillerie ward das Terrain zu diesem Zweck untersucht.

Die gegen die Recognoscirungsseite liegenden Festungswerke waren mit Geschützen besetzt und 1 Capitain, 2 Lieutenants, 3 Unteroffiziere, 6 Mann der Pioniere, mit $\frac{1}{2}$ Compagnie Infanterie besetzten die den Zugang zu den zu recognoscirenden Objecten erleichternden Terrainpunkte. Die Wirkung dieser Geschütze und Truppen führte, wie oben bemerkt, das Ende der Recognoscirung herbei.

IV. Eröffnung der ersten Parallele gegen Fort Leopold.

Nachdem im Laufe des Tages die Recognoscirungsberichte auf dem Terrain zusammengestellt, der Terrainplan rectificirt, der Entwurf zur 1sten Parallele gemacht, und die Brechungspunkte derselben, so weit es von der Festung ungesehn geschehn konnte, auf dem Terrain markirt worden, versammelten sich gegen Abend in einer außerhalb des Geschützbereichs der Festung liegenden gedeckten Niederung, wohin schon vorher auf Umwegen die Geräthschaften für den Tranchéebau geschafft worden, die zu diesem Commando bestimmten Truppen, bestehend aus 1 Capitain, 8 Lieutenants, 2 Portepeefähnriche, 20 Unteroffiziere, 240 Mann der Pioniere, 138 Infanteristen zur Arbeit und 1 Bataillon Infanterie zur Bedeckung. Die Arbeiter marschirten, gedeckt durch die Infanterie, mit einbrechender Dunkelheit in 3 Colonnen gegen die inzwischen tracirte Parallelenlinie.

Die Festungsbesatzung, 1 Capitain, 2 Offiziere, 1 Portepeefähnrich, 5 Unteroffiziere, 25 Mann der Pioniere und 161 Mann der Infanterie mit 1 Capitain und 4 Lieutenants stark, machte sogleich beim Aufmarsch der Arbeitscolonnen einen Ausfall. Er ward zurückgeworfen und von 9 bis 11 Uhr Abends blieben die Arbeiter an der tracirten Parallele stehn, da der auf dem Felde stehende Kleewuchs die Aushebung eines Laufgrabens nicht erlaubte. Während dessen machte die Besatzung noch zwei Ausfälle, von denen der erste sogleich zurückgewiesen ward, der zweite aber gelang; weshalb die Arbeitercolonnen sich in Ordnung zurückzogen und mit Hülfe der Deckungsmannschaft

den über die Parallele hinaus vorgedrungenen Feind nach einem hartnäckigen Gefecht zurückwarfen, womit das Manoeuvre geschlossen ward.

V. Erstürmung des Fort Leopold.

Um die Truppen auch in der gewaltsamen Wegnahme der Festungswerke zu üben, ordnete die Commandantur von Stettin zum 17ten August Abends die Erstürmung des Fort Leopold, unter Zuziehung sämmtlicher disponibeln Infanterie und Artillerie der zusammengezogenen 3ten Division, an.

Es ward dabei vorausgesetzt, daß die gegen dieses Fort eröffneten Trancheearbeiten bis zum Couronnement seines gedeckten Weges vorgerückt waren, die Lisiere der Glacisbepflanzung ward als das Couronnement angenommen und die vorhandenen Wege, Plätze u. dgl. als Approchen und Waffenplätze zur gedeckten Aufstellung der Trancheewache und Sturmcolonnen benutzt.

1) Der Angriff ward, unter Befehl des Commandeurs der 3ten Infanteriebrigade, von dem 9ten (Colbergschen) Infanterieregiment, mit 10 Offizieren, 2 Portepeefähnrichen, 16 Unteroffizieren und 160 Mann der Pioniere, ausgeführt. Die Infanterie war in 6 Colonnen getheilt, deren jede einen oder mehrere Ingenieuroffiziere und ein Pionierdetachement an der Spitze hatte. Die erste Colonne ward in eine Tirailleurlinie aufgelöst, welche die Lisiere der Glacisbepflanzung besetzt hielt und von dort aus bis zum beginnendeu Sturm ein ununterbrochenes langsames Gewehrfeuer in dem Sinn unterhielt, als ob das Belagerungscorps aus dem hier angenommenen Couronnement fortdauernd auf die hinter den Wällen sichtbar werdenden Theile der Besatzung schösse. Die 2te und 5te Colonne waren zur Forciruug der Flügelanschlüsse des Forts bestimmt, die 3te und 4te zur Erstürmung der zwischen denselben gelegenen Theile des Forts und die 6te Colonne stand in Reserve hinter den übrigen. Eine halbe Compagnie Infanterie war durch ein Pontonnier-Detachement auf der unteren Oder auf 4 Pontonmaschinen eingeschifft, um den Angriff durch eine Landung zu unterstützen. Die Pioniere waren mit den nöthigen Sturmleitern, Brechstangen, und sonstigen Werkzeugen versehn.

Der erste Sturm mißlang und wurden die Truppen in ihre frühere Gefechtsaufstellung zurückgezogen und das frühere Feuer des Couronnements wieder angefangen.

Der zweite Sturm gelang, indem der Wall mittelst Leitern und durch die Poternen forcirt ward. Den eingedrungenen Truppen folgten 3 Arbeitercolonnen, jede von 1 Offizier, 1 Fähnrich, 40 Pionieren und 42, 48 bis 60 Infanteristen, welche unmittelbar vor den erstiegenen Walltheilen im Innern von Fort Leopold Logements von Schanzkörben machten, welche gegen den gewaltsamen Angriff und die Feuerwirkung der Garnison sicher gemacht, mit Sortien zum Vorgehn eigener Massen versehn und rückwärts mit den Reserven auf der Contrescarpe mittels gesicherter Communicationen verbunden wurden.

Zur Deckung dieser Arbeiten wurden die Vorposten mit Replies so nahe als möglich an die Festungswerke des inneren Festungswalles geschoben und von diesen, mit einem Theil der herangezogenen Reserven, ein Ausfall der Festung ohne Unterbrechung der Arbeit zurückgewiesen. Während dessen errichtete die Artillerie des Angriffs neben den Logements und an sonst gedeckten Punkten mehrere Batterien, um den Fortgang der Angriffsarbeiten zu sichern.

Um 11 Uhr war die Arbeit geschlossen und das Manoeuvre beendigt.

2) Die Vertheidigung des Fort Leopold geschah unter Befehl des Inspecteurs der 2ten Artillerie-Inspection durch das 3 Bataillone starke 2te Infanterie-Regiment (genannt König's), 2 Capitains, 4 Offiziere, 2 Unteroffiziere, 20 Mann der Pioniere und die nöthige Artillerie zur Vertheidigung des Hauptwalls und der vorliegenden Werke.

Die Infanterie besetzte mit 2 Compagnien den hinter dem Fort liegenden gedeckten Weg des inneren Festungswalles, die übrigen Truppen bildeten eine in der Mitte der Stellung stehende Reserve von 2 Compagnien, und 8 Compagnien waren längs der bedroheten Walllinien des Fort Leopold aufgestellt, indem auf den Punkten, welche die beste Uebersicht und Einsicht in die Gräben und auf den gedeckten Weg hatten, Doppelposten aufgestellt waren, von denen fortdauernd die gemachten Beobachtungen gemeldet wurden, die übrigen Infanteristen aber längs der Feuerlinie der Brustwehr zur Beschießung des

anrückenden Feindes, Umwerfung seiner Sturmleitern und sonstiger Gegenwehr angestellt wurden.

Die Ingenieuroffiziere wurden zur Beobachtung des Feindes, zur Führung der Truppen, welche bei einbrechender Finsterniß sehr bald nöthig ward, und mit den Pionieren gemeinschaftlich, zur Unterstützung der Infanterie bei Abwehrung des Sturms gebraucht.

Von der Artillerie war der hinterliegende Festungswall mit 4 12≈℔gen, 25 6≈℔gen Kanonen, 2 10≈℔gen, 2 7≈℔gen Haubitzen, 1 25≈℔gen, 1 7≈℔gen Mortier, im Ganzen mit 35 Geschützen besetzt; die Enceinte von Fort Leopold erhielt nach der Generaldisposition der Commandantur keine Geschützarmirung.

Die Infanterie verließ, nachdem durch das Eindringen einiger Sturmcolonnen ihre Stellung durchbrochen war, den Hauptwall von Fort Leopold und zog sich unter dem Schutz ihrer Reserve nach dem hinterliegenden Festungswalle ab; wonächst das Artilleriefeuer der Festung in Wirksamkeit trat und zuletzt, wie oben bemerkt, noch ein Ausfall auf die Einwohnungsarbeiten des Angriffs gemacht wurde.

VI. Aushebung der Parallele, im Inneren des Fort Leopold.

1) Der Angriff erhielt bei diesem Gefecht 1 Capitain, 2 Lieutenants, 2 Fähnriche, 21 Unteroffiziere und 191 Mann der Pioniere, 500 Mann Infanterie zur Arbeit und 1 Bataillon Infanterie zur Bedeckung.

Die auszuhebende Parallele war zum Waffenplatz für die weiteren Cheminementsarbeiten gegen den Hauptwall der Festung im Inneren von Fort Leopold bestimmt und vertrat die Stelle der sonst gewöhnlichen dritten Parallele. Die Ausführung derselben geschah, ungeachtet ihrer Nähe an dem Hauptwall, an den gedeckteren Orten, behufs der Uebung der Truppen in jeder Art der Sappe, mit der gemeinen Sappe, an den offneren mit der flüchtigen.

Nachdem am 18ten August mit einbrechendem Abend aus einigen der am 17ten Abends errichteten Batterien gegen ein vor dem Hauptwall liegendes Geschützreduit so lange geschossen worden, bis man voraussetzen konnte, daß Bresche darin gelegt worden und der Feind es verlassen mußte, wurden die Sicherungsposten für die auszuhebende

Parallele mit ihren Reserven unter Benutzung des vorliegenden Terrains ausgestellt und nun geschah um 8½ Uhr Abends die Heranführung der 4 Arbeitscolonnen. Von diesen führte eine die gemeine und die 3 andern die flüchtige Sappe der Parallele selbst und der rückwärtigen Communicationen aus, von denen eine, nach Maaßgabe des Terrains, die Gestalt einer Schlangensappe erhielt.

Der Vertheidiger machte 9½ Uhr einen lebhaften Ausfall auf die Parallele, wobei es ihm gelang, etwa 60 Körbe der flüchtigen Sappe einzureißen, bevor er von der Bedeckungsmannschaft zurückgetrieben werden konnte.

Die Aushebung der Parallele geschah bis 11 Uhr Abends auf 4 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe, bis zur völligen Deckung der Mannschaften, die Erweiterungs- und Vervollständigungsarbeiten wurden dem folgenden Tage vorbehalten.

Gleichzeitig wurden von der Artillerie auf dem Wallgange des Forts die Demontir-, Enfilir-, Ricochet- und Wurfbatterien gegen die anzugreifenden Fronten durch aufrechtgestellte Batteriekörbe und die Scharten durch umgelegte Batteriekörbe bezeichnet, auch ward in jede Batterie zur Belehrung der Offiziere 1 Tafel mit Angabe der Zahl und Caliber der Geschütze, ihres Zwecks und der Festungslinien und Werke, wogegen sie gerichtet waren, aufgestellt.

2) Die Vertheidigung ward durch 1 Capitain, 2 Lieutenants, 2 Unteroffiziere und 20 Gemeine der Pioniere und 90 Mann Infanterie geführt. — Das pallisadirte Banquet des gedeckten Weges ward an den Spitzen und Barrieren mit Doppelposten und zwischen diesen mit einzelnen Tirailleurs, außerdem aber wurden das Blockhaus und die Tambours besetzt und eine Reserve im Graben gebildet. Als gegen 9 Uhr die ausgeschickten Schleichpatrouillen meldeten, daß der Feind seine stärksten Reserven auf dem linken Flügel aufgestellt habe, ward der oben bemerkte Ausfall auf dessen rechten Flügel gerichtet und mit einem zweiten Ausfall im Centro verbunden, wodurch der günstige Erfolg erklärlich wird.

Von Seiten der Festungsartillerie ward eine Disposition zur Aufstellung der Festungsgeschütze für diesen Tag gemacht.

Die Erweiterung der Parallele geschah am 19ten August durch 3 Offiziere, 21 Unteroffiziere und 192 Mann der Pioniere. Sie

ward im Allgemeinen bis auf 6 Fuß Sohlenbreite erweitert, bei den Waffenplätzen indessen bis zu 12 Fuß incl. der Banquets und Ausfallstufen.

Der Vertheidiger machte mit 2 Offizieren, 2 Unteroffizieren, 18 Pionieren dagegen kleine Ausfälle und bereitete sich auf den Minenkrieg vor.

Am 20sten August geschah durch 3 Offiziere, 7 Unteroffiziere, 65 Pioniere der Durchbruch zu der auf dem rechten Flügel der Parallele liegenden Rauten- und in der Mitte derselben liegenden Würfelsappe auf den Capitallinien der anzugreifenden Werke. Der Vertheidiger verhielt sich wie am vorigen Tage.

Die gegenseitigen Infanteriebeobachtungsposten wurden, da die Linieninfanterie jetzt anderweitig zu sehr in Anspruch genommen wurde, von den Pionieren gegeben, welches zugleich eine nützliche Uebung für sie im Infanteriedienste war.

Von der Angriffsartillerie wurden diejenigen Batterien in oben gemeldeter Art markirt, welche die Eroberung des gedeckten Weges vorbereiten sollten; die Vertheidigungsartillerie entwarf wiederum vollständige Dispositionen, nach Maaßgabe des vorgeschriebenen Angriffs, mit Rücksicht auf die nunmehr eintretenden 7-ugen, so wie Hand- und Schaftmörser und Wallbüchsen.

Am 21sten und 22sten August Ruhe.

VII. Cheminement gegen den gedeckten Weg und Minenkrieg.

Während dieses Cheminements fand durch Tag und Nacht ein ununterbrochenes Gefechtsverhältniß statt.

Es arbeiteten am 23sten August beim Angriff in den oben angegebenen Schichtabwechselungen fortdauernd 2 Offiziere, 6 Unteroffiziere und 45 Mann der Pioniere. Die am 20sten angefangenen Rauten- und Würfelsappen sollten bis zur Halbparallele gegen die beiden ausspringenden Winkel der Festung vorrücken, doch war dieses des strengen Bodens wegen nicht möglich. Es wurde in der Parallele ein Pulvermagazin für den täglichen Verbrauch des Mineurs angeeignetem Orte angelegt. Bei einem in der Nacht zurückgewiesenen Ausfall ward versucht, bis zu den Mineneingängen des Vertheidigers

vorzudringen, was jedoch, wegen Aufmerksamkeit des Vertheidigers, nicht gelang.

Bei der Vertheidigung waren 1 Offizier, 2 Unteroffiziere und 20 Pioniere in Thätigkeit. Das noch fehlende Minenrequisit wurde herbeigeschafft und noch eine Wetterpumpe aufgestellt.

Die Artillerie des Angriffs markirte, außer der schon bestehenden Geschützaufstellung, noch einige Wurfbatterien, um sowohl die gegen die Sappentêten aufgestellten Vertheidigungsgeschütze zum Schweigen zu bringen, als auch die Werke und den gedeckten Weg zu beschießen. Die Vertheidigungsartillerie suchte dies in aller Art zu verhindern. Die zu den Beobachtungsposten erforderlichen Mannschaften wurden von jetzt ab am Tage von den Pionieren, Abends von der Infanterie gegeben.

Am 24sten August waren bei Angriff und Vertheidigung dieselben Mannschaften thätig. Der Angriff ging Vormittags zur halben Parallele über, während in der Würfelsappe ein Crochet als Zwischendepot zum Minenkrieg angelegt ward. Um die Bohrlöcher und Eingänge der Minen zu recognosciren und wo möglich zu zerstören, wurden Abends wiederholte Allarmirungen des gedeckten Weges vorgenommen.

Der Vertheidiger beendigte seine Vorbereitungen zum Minenkriege und machte von jetzt ab regelmäßig in jeder Nacht Ausfälle gegen die Sappentêten, um die Sappeurs rege und vorsichtig zu erhalten. Bei diesen Ausfällen wurde bestimmt, daß, um Handgemenge zu vermeiden, die fechtenden Truppen sich nur auf 10 Schritt nähern, kein Hurrah! rufen und beim Feuern hoch anschlagen mußten. Auch ward der anzugreifende Theil jedesmal von dem zu erwartenden Angriff eine Viertelstunde vorher in Kenntniß gesetzt, weil sonst zu viel Unordnung und Zeitverlust in die Arbeit kam und alles auf eine Uebung, nicht auf eine Ueberraschung und auf Zufälligkeiten hinauslaufen sollte.

In Betreff des nun beginnenden Minenkrieges ist zu bemerken, daß, wie oben gedacht, der Vertheidiger sein Contreminensystem vor dem ausspringenden Winkel der Contregarde 2, als desjenigen Werkes angelegt hatte, gegen welches die Würfelsappe geführt und hauptsächlich die halbe Parallele angelegt war. Dasselbe bestand aus

zwei

zwei Hauptgalerien mit den erforderlichen Rameaux und Ecouten. Die Orte der Hauptgalerien lagen am Ende etwa 3 Ruthen zu jeder Seite der Capitallinie auseinander. Die Grenze des Gefechtsfeldes ward durch die beiden Linien gebildet, die man parallel mit den äußeren Seiten der beiden Galerien, 12 Fuß von diesen entfernt, gezogen, und auf dem Terrain als Richtschnur abgesteckt hatte.

Am 25sten August Morgens 4 Uhr wurde vom Angreifer in der halben Parallele der Mineur an 3 Orten angesetzt und außerdem wurde an 4 Stellen zur Täuschung des Angreifers mit der Erdwalze vorgegangen, um dadurch 4 Logements zu erhalten, in denen der Mineur in Schleppschächten, die gleichsam die Tirailleurs für die dahinter beginnenden Galerien, bilden sollten, angesetzt werden konnte.

Vom Vertheidiger waren die vordersten Ecouten mit Horchposten besetzt. Um 11 Uhr Vormittags ward auch der feindliche Mineur gehört; da man indeß mit den Resultaten des Horchens nicht zufrieden war, so ward Abends ein Ausfall versucht, um sich über die feindliche Minenentree's Kenntniß zu verschaffen, was indessen nicht gelang *).

---

*) Bei dem jetzt beginnenden Anfange des Minenkrieges wurden folgende allgemeine Bestimmungen für diese Uebung erlassen:

a) Es durfte, auf höheren Befehl, keine Mine bei Nacht gesprengt werden.

b) Das Laden der Mine durfte erst nach eingeholter Genehmigung des Capitain du jour erfolgen, welcher sie verweigerte, wenn keine Wirkung zu erwarten stand, oder der Feind schon in der Wirkungssphäre ladete.

c) Das Zünden durfte nur auf gegebene Signale, nach Herausziehung aller Leute, erfolgen.

d) Nach der Sprengung ward vom Offizier du jour die Zeit bestimmt, in welcher die Galerie, aus der geschossen worden, wieder betreten werden durfte. Da diese Zeit zur Vermeidung der vielen Minenkranken nicht unter der doppelten Zeit der Wirklichkeit betragen durfte, so ward dem Gegner erst nach Verlauf dieser halben Zeit die fernere Arbeit gegen die gesprengte Galerie erlaubt.

e) Ward eine Parthei durchschlägig, so mußte sich der Gegner 12 Fuß von der Tête zurückziehn und ward ihm $\frac{1}{2}$ Stunde zur Anlegung eines Abschnitts erlaubt. Nach Verlauf derselben erst durfte der durchschlägig gewordene Feind Stankkugeln und sonstige, böse Wetter herbeiführende Gegenstände in die Galerie werfen.

Am 26sten August sprengte der Angreifer aus seiner in der Capitallinie der Contregarde 2. liegenden Galerie eine überladene Mine mit 2 Centner Ladung. Der dadurch erhaltene Trichter hatte nur einen Durchmesser von 18 Fuß und eine durchschnittliche Tiefe von 3 Fuß, obwohl die Widerstandslinie nur 12 Fuß betrug. Da der feste Boden im Fort Leopold erwarten ließ, daß man, ohne die Ladung zu verstärken, stets nur so flache Trichter erhalten würde, daß darin, ohne Unnatürlichkeiten, keine Deckung zu erlangen war, so wurden von jetzt ab die Ladungen des Angreifers auf 300 Pfd., die ursprünglich auf 30 Pfd. normirten Ladungen des Vertheidigers aber auf 50 Pfd. vermehrt.

Der vorgedachte Trichter des Angreifers ward flüchtig couronnirt und in demselben wurden die Entreen für neue Schleppschächte angelegt. Gegen dieses, wie gegen alle übrigen Couronnements wurden von Seiten des Vertheidigers Ausfälle gemacht.

Der Vertheidiger zündete gegen diese Angriffsminen, in der durch seine Berechnungen begründeten Meinung, daß der Feind ihm auf seinem linken Flügel am nächsten sei, ein Camouflet von 28 Pfd., dessen Wirkung aber erfolglos blieb.

Nachmittags ward der Angreifer in seinem Trichter durchschlägig gegen die Ecouten des Vertheidigers und um den Verlauf des Minengefechts so zu reguliren, daß dasselbe den behufs der bezweckten Belehrung nöthigen ruhigen Gang durchlief, ward jetzt dem Vertheidiger Gelegenheit gegeben, 2 Camouflets, in deren Wirkungssphäre die vorgetriebenen Angriffsarbeiten lagen, zu sprengen. Der Angreifer, hiedurch in der Mitte zurückgetrieben, poussirte nun seinen linken Flügel und meldete noch am Abend des 26sten August eine Ladung an, die aber nicht Statt finden durfte, weil gleichzeitig vom Vertheidiger die vollendete Ladung der kleinen Camouflets angezeigt wurde, welche die Arbeit aufhören machte, weil keine Mine bei Nacht gesprengt werden durfte.

Am 27sten August ward eines der gedachten Camouflets gezündet. Das andere versagte, indem sämmtliche Vertheidigunsminen mit Galvanismus gezündet wurden und in der Befestigung der Leitungsdräthe am Pulverkasten hier eine Unsicherheit statt gefunden hatte.

Indessen lud der Angreifer die auf seinem linken Flügel am 26sten August angezeigte überladene Mine, welche ½11 Uhr Vormittags spielte. Der erhaltene Trichter, von einem Durchmesser von 32 Fuß und einer durchschnittlichen Tiefe von 7 Fuß, wurde couronnirt und mit neuen Entreen zum Angriff versehn.

Gegen 1 Uhr Nachmittags zündete der Vertheidiger gegen den am 26sten August gesprengten Trichter das Camouflet, welches am Morgen versagt hatte und gleich darauf noch ein zweites. Die Trichterwand ward an dieser Stelle umgestürzt und die dort befindlichen unterirdischen Arbeiten wurden eingedrückt. — Auch auf seinem rechten Flügel war der Vertheidiger gegen den am 27sten neu gesprengten größeren Trichter nicht unthätig gewesen; ein hier angebrachtes Camouflet traf die ober- und unterirdischen Arbeiten des Angreifers erfolgreich.

Der Angreifer dagegen hatte während dessen seine Thätigkeit vorzüglich auf seinem rechten Flügel entwickelt, um hier durch einen dritten Trichter mit der Mitte und dem linken Flügel in gleicher Höhe zu avanciren.

Der Vertheidiger, durch seine Horcher von dem Vorgang der Dinge unterrichtet, meldete hiergegen 5¾ Uhr Nachmittags die Ladung eines Camouflet an, die zwar genehmigt wurde, an diesem Tage aber nicht mehr statt finden konnte, weil mit 6 Uhr die zweitägige Ruhe zum 28sten und 29sten August eintrat.

Am 30sten August hatte der Vertheidiger obiges Camouflet gegen den rechten Flügel des Angriffs in Bereitschaft. Außerdem erhielt er die Erlaubniß, hier noch 2 Camouflets gegen den Angreifer zu laden.

Der Angreifer kam beim weiteren Vorgehn bald in die Wirkungssphäre dieser Camouflets, weshalb ihm, nach den allgemeinen Bestimmungeu (s. vorstehende Anmerk.) die hier angekündigte Ladung verweigert ward. Durch das Vortreiben mehrerer, nur zur Täuschung des Feindes angesetzter Galerien, gelang es ihm indeß, den Vertheidiger von der Zündung des 2ten angekündigten und dem Angreifer am nächsten gelegenen Camouflets abzubringen.

Der Vertheidiger zündete demnach gegen 9 Uhr Morgens die beiden andern entfernteren Camouflets, durch welche jedoch die Galerie

des Feindes nur so wenig verschoben ward, daß sie nach dem Verschwinden der bösen Wetter wieder befahren werden konnte.

Gegen jeden der beiden vom Angreifer gesprengten großen Trichter meldete der Vertheidiger gegen Mittag eine Quetschmine an. Die Zündung erfolgte 3 Uhr Nachmittags und beide wirkten nachtheilig auf die ober- und unterirdischen Angriffsarbeiten ein.

Indessen konnte der Angreifer nicht mehr in der Ladung seiner überladenen Mine aufgehalten werden. Um 3¼ Uhr Nachmittags spielte diese Mine, die einen Trichter von 36 Fuß Durchmesser und 9 Fuß Tiefe auswarf. Nachdem derselbe couronnirt war, wurden in ihm neue Angriffsgalerien angesetzt.

Abends gegen 9 Uhr meldete der Vertheidiger ein Camouflet gegen den rechten und eins gegen den linken Flügel des Angriffs an. Gegen Mitternacht war er mit beiden fertig, womit die Arbeit bis zum 31sten früh eingestellt ward.

Am 31sten August wurden die beiden gedachten Camouflets gezündet und die Wirkung derselben stürzte die daselbst belegenen ober- und unterirdischen Arbeiten ein. Gegen 10 Uhr Morgens ward dagegen der Angreifer in seinen aus dem am 26sten August angelegten Trichter auf der Capitallinie der Contregarde 2. vorgetriebenen Angriffsarbeiten durchschlägig und bald darauf auch in seinen aus dem Trichter auf seinem linken Flügel vorpoussirten Galerien. An beiden Stellen mußte der Gegner, den Bestimmungen gemäß, zurück.

In der Absicht des Angreifers lag es nun, um bei der nur noch für eine überladene Mine vorhandenen Ladung, dem Gegner einen empfindlichen Schaden zuzufügen und um die kostbaren Hauptgalerien des Vertheidigers nicht unnöthigerweise zu zerstören, in der Mitte der Front zwischen diesen beiden Hauptgalerien des Feindes vorzugehn. Demgemäß wurde es nöthig, den Vertheidiger in den in der Mitte des Gefechtsfeldes durchschlägig gewordenen Galerien vorbereitend noch weiter zurückzutreiben und beschloß der Angreifer daher, den ihm zugesprochenen Theil beider Galerien mit Quetschminen zu laden. Die Zündungen erfolgten gleich auf einander folgend ¾12 Uhr. Der Vertheidiger ward dadurch so weit zurückgewiesen, daß er auf einen Gegenangriff auf dieser Seite für die nächste Zeit Verzicht leisten mußte.

Um 12¼ Uhr Nachmittags ward der Angreifer in seinem auf dem rechten Flügel gesprengten Trichter gegen die linke Flügelgalerie des Vertheidigers durchschlägig. Da diese Galerie aber wegen der schlechten Wetter noch nicht gangbar war, so wurde für beide Theile die Arbeit bis 2 Uhr ausgesetzt, wo der Vertheidiger auf 12 Fuß zurückgehn mußte.

Um 2½ Uhr Nachmittags war der Angreifer wieder an einer andern Stelle seiner, aus dem am 26sten in der Capitallinie von Contregarde 2. gesprengten Trichter, vorgetriebenen Arbeiten durchschlägig und der Vertheidiger hier zurückgewiesen. Nachdem der Angreifer hinter dem Versatz des Vertheidigers eine Quetschmine von 30 Pfd. gezündet hatte, durfte gedachte Galerie bis 5 Uhr nicht befahren werden.

An demselben Abende um 8 Uhr zündete der Vertheidiger noch eine Quetschmine gegen die oben gedachten Angriffsarbeiten. Eine zweite versagte wegen Unerfahrenheit in Behandlnng der galvanischen Zündung.

In demselben Augenblick ward der Angreifer auf seinem linken Flügel gegen die rechte Hauptgalerie des Vertheidigers durchschlägig und mußte letzterer mit seinem Versatz um 12 Fuß zurückgehn, welches wegen der schlechten Wetter erst am 1sten September, früh ½4 Uhr erfolgen konnte.

Gegen 7 Uhr Morgens fing der Angreifer an, seinen letzten am 31sten August angelegten Ofen zu laden. Um 12 Uhr spielte die Mine mit 370 Pfd. Ladung und bildete wider Vermuthen nur einen 36 Fuß weiten und 5 Fuß tiefen Trichter, welches in dem schon sehr durchschossenen Terrain begründet war. Der Trichter wurde gekrönt und demnach wurden einige Steinwürfe dagegen gemacht und damit von Seiten der Artillerie ein Manoeuvre de force mit schneller Herunterbringung eines 25-Ugen Steinmörsers vom gedeckten Wege in den Graben und sofortigem Gebrauch desselben von hier aus verbunden; womit der Minenkrieg als beendet anzusehn war.

Während desselben beschränkten sich die Dispositionen der Artillerie des Angriffs auf die Zerstörung der feindlichen Schießscharten und des Blockhauses im gedeckten Wege, Bewerfen des letzteren und auf die Vorbereitungen zu den Bresch- und Contrebatterien. Die

Artillerie der Vertheidigung bezweckte in ihren Dispositionen die Bewerfung der Minentrichter und der hinter ihnen liegenden Sappenarbeiten durch 25-Uge, 10-Uge Schaft- und Steinmortiere, so wie die Beschießung der Angriffsbatterien, besonders aus kurzen 12-Udern.

Am 25sten August wurden auf Veranlassung des Brigade-Commandeurs der Infanterie sämmtliche dazu gehörige Offiziere durch die Commandeure der Artillerie und der Ingenieure in sämmtlichen Belagerungsarbeiten herumgeführt und unter Vorlegung der zugehörigen Pläne mit denselben bekannt gemacht.

VIII. Trancheecavalier, Couronnement und Grabenübergang.

Vom 2ten September ab blieben dem Vertheidiger nur die Mineure der 2ten Pionierabtheilung zum Aufräumen und zu den Vertheidigungsvorbereitungen gegen den baldigst zu erwartendenden Sturm des gedeckten Weges und zum Beobachtungsdienst. Die übrigen Mannschaften der Pioniere incl. der vom 1sten September ab zur vierzehntägigen Uebung eingetretenen 45 Sappeure und Mineure der Landwehr wurden dem Angriff zugetheilt, so daß in jeder der vier täglichen Arbeitsschichten der Verheidiger im Durchschnitt 10 Mann, der Angriff 75 Mann hatten.

Mit obigen Leuten ward am 2ten September von Seiten des Angreifers das durch die Minenexplosionen gewonnene oberirdische Cheminement gegen Contregarde 2. regulirt, der Boden der Minentrichter erweitert; dieselben wurden mit einander verbunden, ihre Ränder mit Infanteriebanquets, Sandsackscharten und Ausfallstufen versehn und mit Beobachtungsposten besetzt.

Beim Fortschreiten der Rautensappe auf dem rechten Flügel des Angriffs wurde zu dem Trancheecavalier, welcher den gedeckten Weg vor der rechten Face des Werkes, in welches Bresche gelegt werden sollte, zu bestreichen hatte, ausgebrochen. Der Vertheidiger vervollständigte indessen seine Pallisadenabschnitte, legte Traversen im gedeckten Wege an und richtete die Verbarricadirung der Niedergänge zum Graben vor.

Am 3ten September ging der Angreifer, gedeckt durch den Trancheecavalier, mit der völligen doppelten Couronnementssappe längs

dem Glacisrande gedachter Face vor und gleichzeitig brach längs dem Glacisrande der linken Face, behufs der hier anzulegenden Contrebatterie, eine einfache völlige Sappe aus, welche zur Fortsetzung einiger Versuche über den technischen Sappenbetrieb benutzt wurde. Diese Arbeiten wurden am 14ten September bis Mittag fortgesetzt und gedieh das Couronnement vor der rechten Face bis zu der Stelle, wo die Breschbatterie angelegt werden sollte.

Gleichzeitig richtete der Angreifer sämmtliche rück- und seitwärts des zu erwartenden gewaltsamen Angriffs gegen den gedeckten Weg vor Contregarde 2. gelegenen Theile seiner Trancheen, so weit es nöthig war, zur Besetzung mit Infanterie und mit Ausfallstufen, so wie auch sein Schanzkorbdepot für die bei Gelegenheit des beabsichtigten gewaltsamen Angriffs zu bewirkende flüchtige Couronnirung ein.

Der Vertheidiger setzte seine Armirungsarbeiten fort. Der commandirende General 2ten Armeecorps nahm von der ihm früher mitgetheilten beschränkteren Disposition dieses gewaltsamen Angriffs Veranlassung, ihm eine größere, für die gesammte in Stettin anwesende Infanterie und Artillerie nützliche Ausdehnung zu geben, und veranlaßte die Commandantur von Stettin, ein diesen Sturm in sich begreifendes größeres Festungsmanoeuvre anzuordnen.

Sonst war am 4ten und 5ten September Ruhe.

Am 6ten September traten sämmtliche in Stettin garnisonirende Truppen Nachmittags unter Gewehr, und von 4 Uhr Nachmittags ab bis 7½ Uhr Abends ward folgendes Festungsmanoeuvre, wobei der Brigadecommandeur der Infanterie als Schiedsrichter bestimmt war, ausgeführt.

Dem Angriff, unter Befehl des Commandeurs des 2. Infanterie-Regiments, wurden 4 Bataillone Infanterie, 1 Compagnie Jäger, 10 Geschütze und 180 Pioniere mit 1 Capitaine, 6 Lieutenants und 1 Fähnrich beigegeben. Die Vertheidigung commandirte der Commandeur des 9. Infanterieregiments; ihm waren 2 Bataill. Infanterie, 10 Geschütze, 30 Pioniere und 2 Capitains und 4 Lieutenants zugetheilt.

1ster Moment. Regelmäßige Besetzung der Parallele und wohlgezieltes ruhiges Geschütz- und Infanteriefeuer auf die den Truppen bezeichneten Ziele, von 4 bis 5½ Uhr.

2ter Moment. Erster gewaltsamer Angriff gegen den gedeckten Weg vor Contregarde 2., ausgeführt von 2 Compagnieen Infanterie und deren Reserven. Der Feind machte von beiden Collateralwerken Ausfälle. Als Wirkung derselben erfolgte der Rückzug der Angriffscolonnen in die ursprüngliche Aufstellung.

3ter Moment. Wiederherstellung der ersten Gefechtsform, Wechsel der geschlagenen Sturmcolonnen gegen frische Truppen in den Trancheelinien, regelmäßiges Artillerie- und Infanteriefeuer.

4ter Moment. 6½ bis 7½ Uhr wiederholter Sturm des gedeckten Weges und Couronnement der Glaciscrete. — 4 neue Compagnien nämlich brachen von anderen Punkten der Trancheelinien, ohne Feuer, gegen die Pallisadenlinie vor, und starke, sie unterstützende Reserven verhinderten die Ausfälle des Feindes. Der Sturm gelang, die Pallisaden wurden umgerissen, der Vertheidiger in seine Reduits im gedeckten Wege und von dort in den Graben zurückgedrängt. Der Angreifer logirte sich in den ein- und ausspringenden Winkeln des gedeckten Weges und, nachdem dies geschehn, ward durch die Pioniere, mit Hülfe von 2 Compagnien Infanterie, das flüchtige Couronnement angefangen, womit das Gefecht schloß.

Nunmehr fand noch von 8 bis 9 Uhr Abends ein Versuch der Festungsartillerie im scharfen Schießen mit Bomben, Spiegelgranaten und Steinkörben, so wie im Werfen von Leuchtkugeln gegen die Angriffsarbeiten statt. Nach Beendigung dieses Versuchs kehrten die Pioniere allein zur Vollendung des flüchtigen Couronnements, so weit es für diese Nacht nöthig war, zurück, welche auch 10¼ Uhr erfolgte.

Am 7ten September wurden von Seiten des Angriffs die Couronnementsarbeiten, und insbesondere die völlige Aushebung des zum Transport der Breschbatteriegeschütze bestimmten Couronnements längs der rechten Face des in Bresche zu legenden Werks, fortgesetzt, so daß am 7ten Abends 7 Uhr die Artillerie mit 80 Mann die Erbauung ihrer Breschbatterie anfangen konnte. Gleichzeitig hatten die Pioniere die bedeckte Grabendescente an der der Festung zugekehrten Seite der Breschbatterie begonnen. Diese Arbeiten wurden behufs völliger Deckung unter Verdoppelung der Beobachtungsposten ausgeführt.

Am 8ten September früh 4 Uhr war die Breschbatterie für 2 Geschütze beendigt und um 5 Uhr wurden 2 kurze 24-Uder längs des Couronnements, ein jeder binnen 6 Minuten, von 50 Artilleristen an Tauen, ohne Handspeichen oder sonstige Maschinen eingefahren; wonach 5½ Uhr aus jedem der Geschütze 2 Schuß zum Markiren des Breschelegens abgegeben wurden.

Die Grabendescente schritt den Tag über vorwärts und war bis zum Abend in 36 Stunden 30 Fuß vorgerückt.

Am 9ten September ward die Grabendescente bis in die Nacht fortgesetzt und, nachdem am 10ten früh der Grabenübergang mit der einfachen völligen Sappe bis zur Escarpe des in Bresche gelegten Werkes geführt war, wurde die Belagerungsübung nach der ursprünglichen, höheren Orts genehmigten, Disposition an diesem Tage geschlossen.

Am 11ten fand eine Parade der Pioniere vor dem commandirenden General des 2ten Armee-Corps statt, wonach die combinirte Compagnie der Garde-Pionierabtheilung am 13ten September in ihre Garnison Berlin zurückging.

Schließlich ist zu bemerken, daß die berittenen Ingenieuroffiziere an den Ruhetagen der Pioniere an den Divisions- und Brigademanoeuvres der 3ten Division bei Stettin Theil genommen haben, auch am 31sten August von der 3ten Infanteriebrigade 12 Geschützen und 5 Ingenieuroffizieren mit 18 Pionieren ein Festungsmanoeuvre bei Damm, unter Befehl des Commandeurs der 3ten Infanterie-Brigade, nachfolgender Generalidee ausgeführt wurde:

„Die Belagerungsarbeiten von Stettin sind nach Wegnahme des Fort Leopold so weit vorgedrungen, daß eine Bresche im Hauptwall zu legen und demnächst die Erstürmung desselben in den nächsten Tagen abzusehn ist. Um der Garnison den Rückzug über Damm und die Möglichkeit, sich dort durchzuschlagen, zu benehmen, schickt der Commandirende der Belagerungsarmee eine Verstärkung an das Blocadecorps von Damm, wodurch dies die Stärke von 4 Bataillonen und 4 Geschützen erreicht, mit der Aufgabe, diese Festung durch einen **Coup de main** zu nehmen. Die Möglichkeit wird dadurch motivirt, daß man weiß, daß die Besatzung in Damm den Tag vorher Truppen nach Stettin schicken müssen, augenblicklich daher nur sehr schwach sein kann.

Der Commandeur von Stettin dagegen hat von dieser Absicht noch zeitig genug Kenntniß erhalten, um den Commandanten von Damm, welcher nur 1 Bataillon mit 4 Geschützen zur Besatzung behalten, davon zu benachrichtigen, mit der Verheißung, daß eine Verstärkung dorthin sogleich um 7 Uhr Morgens Stettin verlassen würde, die innerhalb 2 Stunden Damm erreichen könnte. Bis zum Eintreffen dieser Verstärkung müsse Damm gehalten werden.

Die Verstärkung von 3 Bataillonen, 4 Geschützen, erhält die Aufgabe, den Feind jedenfalls zurückzuwerfen. Dazu ist eine kräftige Offensive in einer Flanke des Feindes zu empfehlen, um dem Feinde die dem Detachement beigegebene zahlreiche Artillerie so schnell wie möglich fühlbar zu machen, und ihn durch Ueberraschung zu einem übereilten Rückzuge zu verleiten".

Das Gefecht dauerte von 7 bis 11½ Uhr Vormittags.

Nach obiger Relation hat diese Belagerungsübung bei Stettin sämmtliche wichtige Theile des Festungskrieges, welche die Theilnahme der Pioniere erfordern, umfaßt und da an der Uebung die Mineure, die Sappeure und die Pontonniere derselben, jede Section in ihrer eigentlichen Sectionsarbeit und als Hülfsarbeiter der andern Sectionen mit gutem Erfolge Theil genommen haben; so giebt sie einen neuen Belag für die Güte der preußischen Pionierorganisation, wonach jede Compagnie der Zahl nach aus ¼ Mineuren, ½ Sappeuren und ¼ Pionieren besteht, die sich gegenseitig als Hülfsarbeiter zu der ganzen Compagniestärke ergänzen können.

Die diesjährigen Uebungen der im Bericht gedachten beiden Pionierabtheilungen im Feldpionier- und ausgedehnten Pontonnierdienst wurden außerdem, in Verbindung mit den übrigen Waffen, besonders abgehalten.

XVI.

Ueber die Futtermauern der Festungswerke.

(Nebst einer Zeichnung auf Tafel 2.)

Einleitung.

Jeder erfahrene Ingenieur wird sich aus seinem Dienstleben erinnern, wie oft er vergebens nach haltbaren Regeln über die Stärke der Futtermauern für Festungswerke gesucht hat und, nachdem er vergeblich bemüht gewesen, die aus dem Gesichtspunkte speculativer Theorien in namhaften Lehrbüchern aufgestellten Formeln auf die Wirklichkeit zu übertragen, am Ende oft zu bloßen Erfahrungssätzen zurückkommen mußte, weil es ihm an Zeit gebrach, jene Formeln in ihrer Weitläuftigkeit zu verfolgen, oder weil die Factoren für dieselben gar nicht existiren und er es daher mit unbekannten Größen zu thun bekam, die nicht zu einem entscheidenden und raschen Beschluß geeignet sind.

Der Verfasser dieses Aufsatzes, welcher selbst bedeutende Festungsbauten ausgeführt, bittet jeden seiner älteren Cameraden, sich selbst Rechenschaft zu geben, ob er die Stärke der Mauern nicht in den mehrsten Fällen danach bestimmt habe, daß in ähnlichen Fällen andere Mauern von der gewählten Stärke ausgehalten und andere von geringerer Stärke eingefallen sind, oder daß vorliegende Musterblätter sie so angaben, oder daß sie in Belidor's oder Anderer Tabellen, die oft ganz andere Voraussetzungen hatten, als sein Fall war, stehe, oder daß die alte Regel für den gegebenen oder einen ähnlichen Fall

einen gewissen aliquoten Theil der Höhe zur Mauerdicke angebe u. dgl. m.*)

Gewiß liegt dieser Theil der Festungsbautechnik noch im Unklaren, indem einerseits durch zu starke Futtermauern unnöthigerweise die Staatsmittel versplittert werden**) und andererseits zu dünne Festungsmauern während des Baues zu großen Geldopfern, während einer Belagerung aber zu Unglücksfällen Veranlassung geben, die den Verlust der Festungen nach sich ziehen können***)

Wie störend aber unpractische und zu keinem Resultat führende, ja obenein zeitraubende Regeln in Augenblicken sind, wo der Ingenieur bei Entwurfsarbeiten vor Allem die richtige taktische Auffassung eines Festungswerks, bei der Bauausführung aber die Beseitigung der dringendsten Tagesbedürfnisse im Kopfe hat, wird Jeder zugeben, der in solcher Lage gewesen und es erscheint der Richtung des Archiv's angemessen, die Bahn zu einem kurzen für den Dienst brauchbaren Verfahren hierin zu brechen, um für jeden gegebenen Fall eine klare An-

---

*) Noch lebende Zeitgenossen des Erbauers der Feste Graudenz, von Gonzenbach, erzählen, daß er aus statischen Gründen den Mauern eine gewisse Dicke gegeben habe, der Sicherheit wegen aber noch mehr und wegen Sr. Majestät Friedrich II. das Doppelte.

**) Man geräth in Erstaunen, wenn ein wohl renommirter Ingenieur in seinen hinterlassenen Manuscripten (Band II., Seite 249 dieses Archiv's) die Stärke der Mauern gegen Bresche schießen bei 30 Fuß Höhe auf 12 Fuß und bei 50 Höhe auf 15 Fuß angiebt, ja wenn der aus seinen Leistungen im Belagerungskriege des Jahres 1815 bei uns noch in gutem Andenken stehende gleichfalls schon verstorbene Oberst v. Ploosen bei seinem Entwurf für die Festung Erfurt für 30 Fuß hohe Mauern von Bruchsteinen die enorme Dicke von 18 Fuß und für dergleichen Mauern von Gußwerk mit vorgelegtem Parament sogar von 30 Fuß (!) verlangt.

***) Aehnliche Ungewißheiten finden Hinsichts der praktisch-brauchbaren Bestimmung der Stärke bombensicherer Gewölbe statt und bestimmten die Redaktion schon im VI. Bande Seite 20 dieses Archiv's, einen schätzbaren Aufsatz „über die verschiedenen Gewölbetheorien und deren Anwendung auf die Konstruktion bombenfester Gewölbe" aufzunehmen. Der Mangel an erschöpfenden Versuchen ist Hinsichts der Gewölbe aber noch größer, als über senkrechte Mauern, weshalb sich jener Aufsatz nur über die den verschiedenen Theorien zum Grunde liegenden Hauptansichten aussprechen und die Redaktion bei dieser Gelegenheit zur Mittheilung weiterer Versuche und deren Folgerungen auffordern konnte, die bis jetzt nicht erfolgt ist.

schauung der dabei wirkenden statischen Momente aufzustellen und hieraus dem Ingenieur beim Bau die Beurtheilung des richtigen Körpermaaßes dieser Mauern, so wie bei ihrer Vertheidigung den in sie zu setzenden Grad von Zuversicht und beim Angriff die Beurtheilung ihrer schwächsten Punkte erleichtern.

Allerdings sind dergleichen Anleitungen zum Bau anders zu beurtheilen als mathematische Aufsätze, welche in allgemeinern Abstractionen nur Anspruch auf Erweiterung der Wissenschaft als solcher machen, dagegen auf so dringende und eigenthümliche Verhältnisse, als die oben gedachten, nicht berechnet sein können, und wir befürchten auch ebendeshalb nicht den Tadel von wirklichen Mathematikern, die im Gegentheil in den nachfolgenden Praktiken manche Motive für regelrechte Anordnung neuer gründlicher Untersuchungen finden dürften. Diejenigen aber, denen eine Sammlung von Formeln, welche auf andere Voraussetzungen basirt sind, als in dem gegebenen Fall vorkommen, lieber ist, als die einfache Anschauung des Praktikers, mögen diese Blätter ungelesen aus der Hand legen.

Bei Auffassung der nachstehenden Arbeit ist die Belidorsche elementare Art der Behandlung (in seinen **Sciences des ingenieurs Tom. I. livre 1**) aus obigen Gründen beibehalten *), nur ist der Vortrag zusammengedrängter, die Untersuchung auf neuere Erfahrungen gestützt und auf neue Constructionen ausgedehnt, auch jeder abgeleitete Fall durch ein Zahlenbeispiel der Deutlichkeit wegen behandelt, durch welches Alles hoffentlich diese Arbeit eine unmittelbare Brauchbarkeit für das Dienstleben preußischer Ingenieure erhalten haben wird.

Um die Behauptung zu rechtfertigen, daß die bis jetzt vorliegenden Vorarbeiten über diesen Gegenstand dem oben angeführten eigenthümlichen Dienstbedürfniß des Ingenieurs nicht entsprechen, folgt hier eine Uebersicht der wichtigsten derselben.

1) Struensee's bekanntes Werk über Kriegsbaukunst (1773), welches bis zum Jahre 1806 in der preußischen Ingenieuracademie

---

*) So weit sich auch die mathematische Vorbildung des Ingenieurs erstrecken mag, so muß er doch zur Stelle und im Dienst überall mit den einfachsten mathematischen Elementen auskommen.

zu Potsdam als Leitfaden zu Grunde gelegt wurde, spricht sich in §. 21. nur dahin aus, daß, je schlechter das Mauerwerk, je höher die Mauer, je geringer ihre äußere Böschung und je größer die von ihr zu tragende Last ist, desto dicker auch die Mauer sein müsse. Dieses weiß man aber schon, bevor man es gelesen. Nächstdem werden in §. 29 u. 30 nur historisch die Vaubanschen Tabellen aufgeführt, mit der Bemerkung, daß Belidor sie falsch befunden habe; auch sind die Vaubanschen Tabellen nur auf Mauern mit einer sehr flachen ($\frac{1}{5}$ der Höhe zur Anlage) äußern Böschung und mit Strebepfeilern, so wie ohne obern Erddruck berechnet. Demnächst folgen in §. 31 und 32 ebenfalls nur historisch die Belidorschen Tabellen auch nur für Mauern mit Strebepfeilern, jedoch schon mit Berücksichtigung ihrer verschiedenen Böschungen und der Belastung mit einer Brustwehr, ohne daß jedoch die Höhe, in welcher die Brustwehr über der Mauer liegt, berücksichtigt wird, so daß man im Struensee'schen Werke seine Befriedigung nicht findet.

2) Lichtvoller und mit großer Sorgfalt sind in den noch als Manuscript vorhandenen schätzenswerthen Lehrvorträgen des Capitain Rohde über die Befestigungskunst in der Potsdamer Ingenieuracademie, welche im preußischen Ingenieurcorps unter dem Namen: „Zusätze zu Struensee's Lehrbuch der Kriegsbaukunst" mit Recht vortheilhaft bekannt sind, der Druck der Erde gegen Futtermauern und die Lehre von der Stärke der Futtermauern bearbeitet. Der Druck der Erde ist für die Fälle, wenn die Erde gleich hoch mit der Futtermauer abschneidet und wenn sie noch höher als deren Cordon liegt, mit Sorgfalt berechnet und für die Berechnung der Stärke der Futtermauern sind 4 Normalprofile damaliger Zeit, mit und ohne Strebepfeiler zum Grunde gelegt. Diese Rohdesche Arbeit ist 40 Jahre nach der Belidorschen geschrieben und umfangreicher und schärfer als jene. Sie hat daher vorzugweise zum Anhalt für diese Blätter gedient, nur mit dem Unterschiede, daß gegenwärtige, für den Dienstgebrauch bestimmte Entwickelung absichtlich kürzer gefaßt, so wie gegenseitig auf die inzwischen beim preußischen Festungsbau eingeführten neuen Mauerformen ausgedehnt ist. So sehr der Verfasser, indem er diese treffliche Arbeit nur für seinen Zweck und die heutige Zeit gemodelt hat, ihren Werth als Leitfaden zum Unterricht in einer Schule anerkennt;

eben so frei muß er sagen, daß auch sie, ohne jene Umarbeitung, nicht dem Dienstbedürfniß der Gegenwart entsprechen würde.

3) In dem so eben angezogenen Rohdeschen Manuscript ist zwar das Nachlesen des Ypeyschen Aufsatzes über die Profile der Mauern in Böhm's Magazin für Ing. und Artill., IV. Band, S. 95., empfohlen. Allein bei Durchsicht dieses Aufsatzes wird man nur in eine müßige Theorie über das statisch vortheilhafteste Verhältniß der Mauerböschung zu ihrer Höhe geführt, ohne brauchbare Ausdrücke für die den Mauern zu gebende Dicke zu erhalten. Eben so wenig Ausbeute für den Gebrauch bietet der hinter diesem Aufsatz, auf S. 121 ebendaselbst, folgende „physisch-mathematische Versuch" von Lorgna „über die Stärke der Bekleidungsmauern", in welchem der physische Zusammenhang der Mauern in sich und mit den Fundamenten in Betrachtung gezogen wird, ohne daß man die dazu erforderlichen Erfahrungscoeffizienten kannte, wodurch auch dieser Aufsatz für die Ausführung ausfällt. Die hierauf S. 147 folgende Theorie von Heurlin beschäftigt sich endlich mit Ausmittelung der krummen Linie, wonach sich eine ablaufende Erdböschung bildet, die auf eine Hyperbel hinausläuft, aus der nun mit eben so viel Mühe als Unbrauchbarkeit unbestimmte Ausdrücke für die Mauerdicken abgeleitet werden.

Der unzeitige Flitterstaat theoretischer Grübeleien findet sich noch in andern in dem Geiste der damaligen Zeit (1778) verfaßten Schriften über die Futtermauern, während dies ein so praktischer Gegenstand ist, daß es nicht der Mühe lohnt, an ihm die Wissenschaft durch schillernde Applicationen, die doch kein Resultat haben, zu ermüden.

4) Ein für unsern Zweck werthvollerer Aufsatz ist in J. A. Eytelwein practischer Anweisung zur Wasserbaukunst, im 3ten Heft vom Jahr 1822 S. 101 u. f. enthalten. In diesem Aufsatz wird zwar die Theorie des Erddruckes nur in Bezug auf solche Futtermauern entwickelt, welche als Ufereinfassungen für Wasserbauwerke gebraucht werden, ohne daß die Futtermauern an Festungswerken behandelt werden, weshalb die ausgemittelten Mauerstärken für Festungsmauern durchgehends zu schwach sind und auf eine Erdbelastung über dem Cordon dieser Mauern gar nicht gerücksichtigt worden; jedoch wird auf eine allgemeine Art die unter gegebenen Umständen vortheilhafteste Form ihres Profils abgeleitet und dabei nicht allein auf senkrechte, sondern

auch auf Mauern mit einer innern, der Erde zugewendeten Böschung und mit Banquets, so wie auf Mauern mit Strebepfeilern gerücksichtigt und außerdem enthält der Aufsatz eine Reihe schätzbarer Erfahrungssätze über die natürlichen Böschungswinkel und über die Gewichte verschiedener Baukörper.

Wenn auch der Ansatz der hier in Betrachtung zu ziehenden Kräfte dem Bedürfniß des Ingenieurs weniger zugesagt, als die zugänglichere Belidorsche Behandlung; so zeichnet er sich doch durch eine gründliche und durch übersichtliche Tabellen unterstützte Behandlung des Stoffes aus, weshalb er bei vorliegendem Aufsatz benutzt worden. Dem Eytelweinschen Aufsatz ist gleichzeitig eine Literatur der in Bezug auf den Wasserbau vorzüglichsten ältern allgemeinen Theorien über den Druck der Erde gegen Futtermauern beigefügt, welche hier jedoch nach dem, was oben gesagt worden, um so mehr übergangen werden konnten.

5) **Mayniel's Traité de la poussée des terres et des murs de revêtement** 1808 ist ein in directer Beziehung auf die Festungsmauern verfaßtes Werk, wozu der Verfasser um so mehr berufen schien, als er bei der Abfassung Fortifikationsdirecktor in französischen Diensten gewesen. Bei dem voluminösen Inhalt des Werks wird seine Uebersicht durch einen Auszug in der Zeitschrift für Kunst, Wissenschaft und Geschichte des Krieges, 27 Band (1838) S. 128 u. f. erleichtert *).

Im Wesentlichen wird von Mayniel die ältere Colombsche Theorie (v. J. 1773) beibehalten, wonach die Kraft des Erddrucks im Schwerpunkt des drückenden Erddreiecks vereinigt gegen einen Angriffspunkt der Mauer wirkt, der auf ⅓ der Widerstandshöhe liegt, diese Kraft auch nur auf das Umwerfen, nicht auf das Fortgleiten der Mauern auf ihren Fundamenten wirkt, gerücksichtigt und die Erdrutschungen werden nicht schichtweise, sondern als zusammenhängende Körper

*) Ein von Mayniel nach seiner Theorie in Jülich erbautes Werk soll jedoch die Probe nicht bestanden haben und die Mauern sollen bald nach Beendigung des Baues umgefallen sein.

Körper betrachtet. Außerdem werden noch die Einwirkungen der Reibung und Cohäsion des Erdreichs und die Continuität der Rutschungslinie bei kleinen und großen Erdhöhen in die allgemeine Formel über die dem Mauerwerk zu gebende Dicke gebracht und die Coefficienten der specifischen Gewichte der Erde und des Mauerwerks, des Bindungsvermögens des Mörtels und des Neigungswinkels der natürlichen Erdböschung und der Mauerböschungen, Alles in Buchstaben ausgedrückt, so daß diese Formel sehr zusammengesetzt und deshalb nicht wohl geeignet ist, den praktischen Ingenieur über die statischen Verhältnisse seiner Mauern im Kurzen zu orientiren. In der nun folgenden Anwendung dieser Formel werden obige Coefficienten in Zahlen nach den in Alexandrien im Jahr 1805 und in Jülich im Jahr 1806 gemachten Versuchen für vier Arten anliegenden Revêtements ohne Strebepfeiler, für kasemattirte Revêtements und für Revêtements mit Erdaufschüttungen, so wie für lose und gestampfte Hinterfüllungserde ausgedrückt und hiernach für die angeführten verschiedenen Verhältnisse kurze Regeln für die Mauerdicken, welche als aliquote Theile der betreffenden Theile der betreffenden Höhen behandelt werden, gegeben, welche sich jedoch nur für unmittelbare Rechenexempel, nicht für eine erleichterte Anschauung der statischen Verhältnisse eignen. Diese Mauerdicken sind außerdem erfahrungsmäßig noch zu gering und da auch die Methode der Darstellung, obgleich mit einem Aufwande mathematischer Hülfsmittel, doch dem praktischen Gebrauch unzugänglicher ist, als eine einfachere Darstellung der Verhältnisse, so hat in der nachfolgenden Arbeit nur die Sammlung von Erfahrungszahlen aus diesem Werk benutzt werdeu können.

6) In dem bekannten Rondeletschen Werke: **L'art de batir** (deutsche Uebersetzung, 4ter Band 1835), S. 190 u. f., ist den Bekleidungsmauern ein besonderer Abschnitt gewidmet, welcher in der nachstehenden Abhandlung benutzt worden, indem er theils mehr, als die vorgenannten No. 3, 4 und 5, dem Bedürfniß des praktischen Ingenieurs angemessen ist, theils neue Erfahrungen und Versuche, fleißige Vergleichungen und kurze Regeln, selbst Anleitungen zu geometrischen Constructionen, enthält. Aber auch diesem Aufsatz fehlt diejenige Kürze und unmittelbare Anwendbarkeit für den Festungsbau, welche für gegenwärtigen Zweck nothwendig gehalten wird.

So möge der Entschluß gerechtfertigt sein, eine populäre und kurze Zusammenstellung zu machen:

I. über die eigenthümlichen Zwecke und daraus fließenden Construktionen der Festungsfuttermauern,

II. über die mit Rücksicht auf diese Zwecke und Construktionen aufzustellenden Grundsätze ihrer Stärke, und

III. über die hieraus zu ziehenden Hauptresultate.

Der nachfolgende 1ste Abschnitt wird in Bezug zu der obenstehenden Kritik, sogleich ergeben, wie weit die bisherigen, größtentheils nur rein statischen, Untersuchungen davon entfernt waren, die Festungsmauern einerseits nicht bloß als einen dem Erddruck widerstehenden Ueberzug der Wälle, sondern zugleich als einen Widerstand gegen den Stoß der feindlichen Geschützwirkung zu betrachten und ihre Constructionen und Stärken für die im Belagerungskriege vorkommenden Gefechtsverhältnisse zu bestimmen, und andrerseits selbst da, wo nur vom Erddruck, nicht von der Geschützwirkung die Rede ist, die Arten der Futtermauern nach den verschiedenen Umständen, unter denen sie nach Maaßgabe der Orte, wo sie gebraucht werden, vorkommen, zu modificiren.

Erster Abschnitt.

Ueber die Zwecke und Construktionen der Futtermauern.

a) Die Futtermauern umgränzen die Festungswerke statt der sonst gewöhnlichen Erdränder, und lehnen sich unmittelbar an die Erdmassen der Werke an*). Sie dienen entweder zur Einfassung von solchen Festungslinien, welche dadurch gegen gewaltsame Erstürmung gesichert werden und müssen in diesem Fall wenigstens 24 Fuß hoch sein, weil bei dieser Höhe die Erstürmung mit gewöhnlichen Leitern nicht ausführbar ist; oder sie dienen als Einfassung von Graben- oder Höhenrändern, indem man durch sie den Feind am Hinabsteigen hindern oder Raum gewinnen will.

*) Im Gegensatz der freistehenden und casemattirten Festungsmauern, von denen hier nicht die Rede ist.

Zu der ersten Art von Festungslinien gehören sämmtliche Escarpen, zur zweiten die Contrescarpen, die innern Wallgangslinien, die innern Bekleidungen der Brustwehren längs den Feuerlinien, die Bekleidungen der Profilenden an Poternen, Thoren, der Diamants u. dergl.

Die Bekleidungen der Contrescarpen werden gewöhnlich nur 18 bis 20 Fuß hoch, indem bei einer 24 Fuß hohen Escarpenmauer die Glaciscrête nicht mehr als 27 Fuß über der Grabensohle erhoben zu sein braucht, um den Cordon der Escarpenmauer gegen außen zu dekken, der Cordon der Contrescarpenmauer aber 7 bis 9 Fuß unter der Glaciscrête liegen muß, um dem durch sie begrenzten gedeckten Wege die nöthige Tiefe unter dem Glacisrande zu geben. Die Höhen der Wallgangsbekleidungen sind abhängig von dem hinter dem Wallgange vorhandenen Erdhorizont.

b) Um die Oberfläche (das Parament) der Mauer gegen die Witterung zu schützen, macht man die Mauer möglichst steil, indem man ihr gewöhnlich nur $\frac{1}{20}$ der Höhe zur Anlage giebt. Man hat die alte Regel Vauban's, den Mauern $\frac{1}{5}$ ihrer Höhe zur Anlage zu geben, welche in Hinsicht ihres Widerstandes gegen den Erddruck und das Geschützfeuer viel vortheilhafter ist, in Folge nachtheiliger Erfahrungen über die Dégradation der flachen Paraments verlassen und die dadurch aufgegebenen statischen Vortheile durch Verstärkungen an der Erdseite zu ersetzen gesucht, wie dies die folgenden Auseinandersetzungen ergeben werden.

c) Die äußere Oberfläche der anliegenden Futtermauern muß in dem Fall, wenn sie durch flankirende Feuer bestrichen wird, glatt sein, also nach außen keine Vorsprünge und Strebepfeiler haben. Statisch wären allerdings die äußern Strebepfeiler vortheilhafter als die innern; gegen das Breschelegen aber sind die innern Strebepfeiler von großer Wichtigkeit und aus diesen Gründen die äußern Strebepfeiler mit Recht aus der Festungsbaukunst verbannt.

Die anliegenden Festungsmauern sind dem feindlichen Geschützfeuer entweder ausgesetzt oder nicht ausgesetzt.

A. D a s f e i n d l i c h e G e s c h ü t z f e u e r wirkt aber entweder aus der Ferne mittels einzelner Kugeln, oder aus nahe liegenden Breschbatterien mittels einzelner Kugeln oder lagenweise.

d) Gegen das Anschlagen einzelner Kugeln aus der Ferne machte schon Vauban die Futtermauern oben $4\frac{1}{2}$ Fuß dick und ist diese Dicke heute um so mehr hinreichend, als die Vaubanschen Futtermauern über dem Glacisrande hervorragten, wogegen die heutigen Futtermauern mit ihrem Cordon um einige Fuß tiefer liegen als der Grabenrand.

Die Widerstandsfähigkeit der Futtermauern gegen Breschelegung erfordert eine eigenthümliche Construktion, die sich am sichersten aus den Resultaten der im Jahre 1834 in Metz angestellten Breschversuche (dieses Archiv, Band 2 S. 123 u. f.) herleiten läßt*). Nach diesen

*) Die am 27sten und 28sten Dezember 1832 in Spandau gegen die Revêtementsmauer der rechten Façe des Bastions Königin abgehaltenen Breschversuche finden auf das vorliegende Verhalten einer an der Wallerde unmittelbar anliegenden Futtermauer keine direkte Anwendung, indem die Spandauer Revêtementsmauer von 6 Fuß über den vorliegenden Graben, in welcher Höhe die horizontale Grundlinie der Bresche gelegt wurde, ab, noch bis auf 14 Fuß aufwärts casemattirt war und über den mit Kreuzgewölben versehenen Casematten die Revêtementsmauer ohne Hinterfüllung mit Erde bis zu ihrem Cordon aufstieg. Die Hinterfüllung war schon früher anderer Ursachen wegen weggenommen. Die Mauer war 25 Fuß hoch, hatte etwas über $\frac{1}{6}$ vordere Dossirung und war nach hinten beinahe um 3 Fuß en sur plomb gebaut. Ihre Stärke betrug unten 7 Fuß und verjüngte sich bis zu 14 Fuß Höhe auf 5 Fuß 9 Zoll Dicke. Die übrigen 11 Fuß Mauerhöhe hatten 4 Fuß Dicke.

Es war demnach bei diesen Versuchen von einer inclinirten Mauer mit Casematten und ohne Erdhinterfüllung die Rede und könnten die fortifikatorischen Resultate derselben beim Casemattenbau mehr als beim Bau der Erdfuttermauern in Anwendung kommen.

Dennoch kommen auch letzteren folgende allgemeine Erfahrungen aus denselben zu gut:

1) Nachdem am ersten Tage der Horizontal-Durchbruch der Mauer größtentheils bewirkt war, hing der Kern des oberhalb dieses Mauerdurchbruchs befindlichen Mauertheils, welcher aus Bruchsteinen bestand und von dem das Ziegelparament schon herunter gefallen war, noch mit den dahinter stehenden $16\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernten und 5 Fuß 6 Zoll starken Strebepfeilern und mit den Casemattengewölben so fest zusammen, daß noch der 28ste December zum völligen Einschießen verwendet werden mußte. Ein Beweis, wie wichtig überwölbte Strebepfeiler für Breschmauern sind. (Vergl. unten Lit. I. No. 2.)

2) Die Verbindung des vordern Ziegelparaments mit der hinterliegenden Mauer von Kalkbruchsteinen, war vermittelst einzelner durchgehender Binder von großen Kalksteinen bewirkt, welche einen bedeutenden Einfluß auf die längere Widerstandsfähigkeit des Ziegelparaments hatten, indem mehrere große Stücke des Paraments durch diese Binder schwebend erhalten wurden.

Versuchen (S. 137 l. c.) darf die horizontale Grundlinie der zu legenden Bresche nicht höher als $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe über der Grabensohle statt finden, damit die herabstürzenden Trümmer der Mauer zu einer Rampe hinreichen und der über der durchschossenen Grundlinie stehende Mauer- und Erdkörper überhaupt das zum Herabstürzen nöthige Uebergewicht erhalte. Hieraus folgt:

e) daß die der Breschelegung ausgesetzten Mauern auf $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe eine der Wirkung der Breschgeschütze widerstehende Dicke haben müssen. Man kann diese Dicke bis auf $\frac{2}{3}$ der Mauerhöhe aufwärts steigen lassen*).

Die Dicke der Mauern muß nach den Metzer Versuchen über 7 Fuß betragen, da eine 7 Fuß starke Mauer nach denselben in 9 Stunden in Bresche gelegt ward. Nach Vauban müßte eine 24 Fuß hohe Normalmauer (Hoyers Wörterbuch d. Kr. B. K. II. S. 31.) unten immer 9 Fuß Dicke erhalten, welche als das Minimum für die untere Mauerdicke für eine Breschmauer von 24 Fuß Höhe anzunehmen ist. Danach würde diese Mauer bei einer äußeren Böschung von $\frac{1}{20}$ Anlage, auf 16 Fuß Höhe 8 Fuß dick und auf 8 Fuß Höhe $8\frac{1}{2}$ Fuß. Bei höhern Mauern wird diese Dicke, des statischen Moments gegen den Erddruck wegen, noch stärker werden können**).

Ueber dem so gebildeten Banquet müßte der obere Theil der Mauer in der für den Erddruck ausgemittelten Dicke bis zu dem Minimum der Cordondicke von $4\frac{1}{2}$ Fuß aufsteigen. Diesen Grundsätzen

*) Der Mittelpunkt des Drucks liegt auf $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe über der Grabensohle. Dies ist der Punkt, in welchem auch bei zu schwachen Mauern, Ausbauchungen und Mauerbrüche vorzukommen pflegen und die angenommene Dicke bis zur halben Mauerhöhe, verstärkt demnach zugleich den Widerstand der Mauer in Bezug auf ihre Cohäsion, ohne zu kostspielig zu werden.

**) Man könnte allerdings die Breschmauern noch stärker machen, indem man am Ende in langer Zeit auf jeder Mauerdicke Bresche legen kann. Indessen erfordern gewöhnliche Breschen im Ernstgefecht, wo der Feind wieder schießt, schon mindestens 4 bis 5 Tage Zeit und es erscheint angemessen, den cubischen Inhalt der Futtermauern nicht zu stark von dem zur Erreichung eines statischen Gleichgewichts mit der gegen sie drückenden Erde nöthigen Minimum abweichen zu lassen und dieses Minimum nur nach Maaßgabe der Gefahr, in welcher sich einzelne Theile der Mauer mehr oder weniger befinden, zu vertheilen.

entgegen sind aber die mehrsten neuern Breschmauern nach Fig. 2 oben 6 Fuß statt $4\frac{1}{2}$ Fuß und unten 7 Fuß statt 9 Fuß dick.

Im weitern Verfolg der Metzer Versuche stößt man auf die durch dieselben als vortheilhaftest ausgemittelte Methode, von der horizontalen Grundlinie aus in Entfernungen von höchstens 32 Fuß auseinander, so viel senkrechte Durchbrechungen von unten nach oben durchzuschießen, als man einzelne Geschütze oder Geschützpaare in der Breschbatterie verwenden kann. Auf diese Art werden einzelne 32 Fuß breite Felder von der Breschmauer abgetrennt, die entweder von selbst, oder mit Hülfe einiger die Erschütterung befördernder Salven einstürzen werden.

Hieraus fließt:

f) eine zweite Regel für die Construction der Breschmauer, nämlich die: daß man sie in Entfernungen von 16 Fuß auseinander*) mit Strebepfeilern versehn muß, welche entweder so liegen werden, daß die senkrechten Geschützdurchbrechungen auf sie treffen und demnach nicht zu Stande kommen können, oder welche auf jedem 32 Fuß breit abgetrennten Felde zu je 2 Stück an der Erdseite der Mauer befestiget sind und dieses Feld durch ihre Einklemmung in die Erde festhalten, wie oben erwähnt worden. Die Gestalt dieser Strebepfeiler ist erfahrungsmäßig die beste, wenn sie nach Vauban's Angabe vorne an der Mauer $\frac{1}{3}$ breiter als hinten sind. Sie haben auf diese Art den stärksten Zusammenhang mit der Mauer, die sich sonst leicht in Folge des Erddrucks losreißt, oder, um dies zu verhindern, mittels starker eiserner Anker mit den Strebepfeilern verbunden werden muß. Sie werden durchaus senkrecht aufgemauert und sind nach Vauban bei 10 Fuß hohen Futtermauern 4 Fuß lang, an der Wurzel 3 Fuß, am Schweif 2 Fuß dick. Er läßt auf jede 10 Fuß wachsender Mauerhöhe sie in der Länge um 2 Fuß, in der Stärke an der Wurzel um 1 Fuß zunehmen; so daß z. B. an einer 24 Fuß hohen Mauer die Strebepfeiler, wenn sie continuirlich aufsteigen, 7 Fuß lang, $4\frac{1}{2}$ Fuß an der

*) Diese Entfernung stimmt auch mit der Entfernung der Widerlager für Perpendicularcasematten überein, welche dadurch, wenn die Widerlage 4 Fuß dick werden, die Normalbreite von 12 Fuß erhalten können.

Wurzel, 3 Fuß am Schweif dick sind *). Die Höhe der Strebepfeiler beträgt wenigstens so viel als die Höhe der Mauer, wo möglich noch 2 Fuß mehr.

g) Ein dritter Punkt in Beziehung auf die Breschmauern betrifft das zu ihnen zu verwendende Mauer-Material und die hinter ihnen aufzulegende Erde. Im Allgemeinen wiegt nämlich ein Cubikfuß Felsenmauer 160 Pfund, ein Cubikfuß Ziegelmauer aber nur 130 Pfund und in demselben Verhältniß stehn auch die absoluten Dichtigkeiten dieser Materien, also ihre Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen der Geschützkugeln, gegen einander. Wo die Umstände es gestatten, wird man daher in statischem Interesse den unteren, nach Obigem wenigstens 9 Fuß dicken, Sokkel aus Feldsteinen, mit einem, des dem feindlichen Auge gleichmäßig erscheinenden Aussehens wegen vorgelegten Parament von Ziegelsteinen construiren und nur den oberen schwächeren Mauertheil aus Ziegelsteinen erbauen, wenn man nicht auch dazu behauene Werkstücke anwenden kann **).

h) Die hinter der Mauer aufzulagernde Erdart ist nach Mayniel (Zeitschrift für Kunst u. s. w. des Krieges. Band 27, S. 242) gleichfalls von Einfluß, indem u. a. die erforderliche Mauerstärke bei gutem und gestampften Boden zu der Mauerstärke bei grobem Kiesboden in dem Verhältniß wie 16 : 19, bei Sand wie 16 : 33 und bei flüssiger Erde sogar wie 16 : 54 steht. In gleichem Verhältniß bleiben auch die Erdränder, nach weggeschossener Mauer, mehr oder

---

*) Diese Angaben haben ihren Grund darin, daß die Vaubanschen Strebepfeiler nicht blos durch ihr Gewicht, sondern vorzüglich vermittels der Reibung der gegen sie drückenden Erde zur Haltbarkeit der Mauer beitragen sollen. Zu letzterer aber ist eine möglichst große Länge derselben wünschenswerth, da ein langer Strebepfeiler fester in der Erde sitzen bleibt als ein kurzer. Die von V. angegebenen Dicken derselben aber sind gerade nur hinreichend, damit die Mauern sich nicht bei dem eigenen Drange nach außen von ihnen abreißen können. Diejenige Mauermasse, welche man noch zur Verstärkung der in der Erde sitzenden Strebepfeiler verwenden könnte, wendet man besser zur Verstärkung der dem unmittelbaren Geschützfeuer ausgesetzten vordern Mauer an.

**) Inwiefern die Ziegelsteine, wie mitunter behauptet wird, der Breschwirkung durch Artillerie im Ganzen durch ihre Weichheit mehr Widerstand als die spröden Feldsteine entgegenstellen, dürfte noch durch Versuche zu ermitteln bleiben. Wahrscheinlich ist es nicht.

weniger senkrecht stehn, und wenn auch bei Berechnung der Mauerdicken auf den Widerstand dieser Erdmassen für die dem Brescheschießen ausgesetzten Mauern weniger Rücksicht zu nehmen ist, als für die sub B. abzuhandelnden nicht dem Geschützfeuer ausgesetzten Futtermauern, so wird man doch wohl thun, die Erde 2 mal so dick von der besten Güte fleißig hinter derselben aufzustampfen. Unter allen Umständen ist auf eine gute Abwässerung des hinter der Mauer befindlichen Walles und eine möglichst wasserdichte Ueberkleidung von dessen Erdmassen Rücksicht zu nehmen.

i) Auch kann auf die dem feindlichen Geschützfeuer ausgesetzten anliegenden Futtermauern noch der Umstand Einfluß haben, wenn über dem Cordon derselben, dessen Minimum sub d. auf $4\frac{1}{2}'$ unter der Voraussetzung einer über denselben befindlichen leichten Erdbrustwehr angenommen worden, bedeutende Wallmassen liegen, welche natürlich eine Verstärkung der ganzen Mauer incl. des oberen Theils, nöthig machen, ohne daß hiebei aus den sub f. auseinandergesetzten Gründen auf die Verstärkung der Strebepfeiler gerücksichtigt werden darf. Um eine zu kostspielige Verstärkung dieser Mauer zu vermeiden, wird man im Nothfall nahe über deren Cordon eine Ablastungsberme anbringen können.

k) Endlich wird jedesmal eine gehörige Tiefe der Fundamente vorausgesetzt, weil sonst die vor den Mauern befindliche Erdmasse dem Seiteneindruck der Fundamente nicht widerstehn kann und sammt den Mauern vorgeschoben wird. Man darf die Tiefe der Fundamente in lockerm Boden nicht unter $\frac{1}{3}$, in festem Boden nicht unter $\frac{1}{4}$ der Höhe für die nicht von oben her belasteten Mauern machen; bei oberer Belastung legt man dieser Tiefe $\frac{1}{12}$ der Belastungshöhe zu.

l. Nach diesen Grundsätzen sind nun in Tab. II. Fig. 1 bis 6 zwei anschauliche Entwürfe zu anliegenden Breschemauern aufgezeichnet.

Fig. 1, 2 und 3 nämlich stellen eine Breschmauer ohne Fußbank, wie sie jetzt gewöhnlich gebaut wird, dar.

Fig. 4, 5 und 6 aber eine Breschmauer mit Fußbank, welche den oben ad a. bis k. aufgestellten Grundsätzen entspricht.

Die Breschmauer mit Fußbank ist mit Rücksicht auf obige Grundsätze so construirt, daß sie nicht mehr cubischen Inhalt erhalten hat, als die Breschmauer ohne Fußbank*).

Der Widerstand dieser beiden Breschmauern gegen das Brescheschießen stellt sich folgendermaßen dar:

1) bei der *Breschmauer ohne Fußbank und mit gewöhnlichen Strebepfeilern* dringt, nach Fig. 2 der erste gesenkte Schuß der Breschbatterie in der Richtung AB ein und bildet ein kegelförmiges Loch C, Fig. 3, an welches der 2te, 3te Schuß u. s. w. in D, E, F, G so lange angesetzt und in diese Löcher oder auf die zwischen ihnen stehen bleibenden Mauertheile so lange wiederholt wer-

---

*) Die Berechnung des cubischen Inhalts beider Mauern auf ein Feld von 16' Länge zwischen zwei Strebepfeilern ist folgende:

1) Breschemauer ohne Fußbank nach Fig. 1. 2 und 3.

Vordere Mauer:
obere Dicke 6', untere Dicke $7\frac{1}{2}'$,
mittlerr Dicke $\frac{6 + 7\frac{1}{2}'}{2} = 6'\ 9''$.
Höhe . . . . 24'.
also Queerdurchschnitt . . . . . . 172 □ Fuß.
Länge 16
giebt Cubikinhalt 2742 C.'
Fundament $8\frac{1}{2}' \times 8' \times 16' =$ . . . 1088 "
1 Strebepfeiler, incl. Fundament:
$\left(\frac{4\frac{1}{2}' + 3'}{2}\right) \times 7 \times (26 + 8)' =$. 984 "
Summa 4814 C.'

2) Breschemauer mit Fußbank nach Fig. 3, 5 und 6.

Vordere Mauer:
Unterer Absatz:
$\left(\frac{8 + 9}{2}\right)' \times 16' \times 16' =$ . . . 2176 C.'
Oberer Absatz:
$\left(\frac{4\frac{1}{2} + 5}{2}\right)' \times 8' \times 16' =$ . . . 608 "
Fundament $10' \times 8' \times 16' =$ . . . . 1280 "
1 unterer Strebepfeiler incl. Fundament:
$4 \times 6 \times (16 + 8) =$ . . . . . 576 "
die Ueberwölbung zwischen 2 Strebepfeilern = 226 "
1 oberer Strebepfeiler $10' \times 2\frac{1}{2}' \times 4\frac{1}{2}' =$ 112 "
Summa 4878 C.'

Die Differenz von 64 C.' kann außer Acht gelassen werden.

den, bis sich allmählig die untere horizontale Breschöffnung CH (Fig. 3) bildet, welche vorn bei B (Fig. 2) eine Höhe von 2 bis 4 Fuß, hinten aber bei J nur die Höhe der Kugeldurchmesser hat. Daß die Mauern von den Kugeln durchdrungen worden, erkennt man daran, daß durch die Oeffnung JB (Fig. 2) Erdtheile vorkommen und über den äußeren Mauerrand bei B hinabzufallen beginnen.

Nachdem so die horizontale Grundlinie der Bresche durchgeschossen, beginnt das Durchschießen der senkrechten Durchbrechungen CL, MN, HP (Fig. 3) und zuweilen stürzen die Mauertheile CMNL, NMHP schon herunter, bevor die senkrechten Durchbrechungen bis zum Cordon der Mauer heraufgekommen sind, so daß bei manchen Breschen unmittelbar unter dem Mauercordon LNP (Fig. 3) noch, 3 und mehrere Fuß dicke, horizontale Kränze, in Verbindung mit den hinterliegenden Strebepfeilern Q, R, S, T stehn bleiben. Jedenfalls beginnt, so lange die Oeffnung BJ noch nicht ganz klar ist, die hinterliegende Erde durchzubröckeln. Sie reißt die obere, ursprünglich von Außen nach Innen fallende, Decke der Oeffnung in umgekehrter Richtung Bn (Fig. 2) weg und stürzt in einem Erdstrom, dessen Geschwindigkeit sich der heruntersinkenden Mauer BJVU mittheilt, herunter und diese Mauer reißt sich von den Strebepfeilern längs der Linie JV los, und wird durch den dadurch gleichfalls in Bewegung gekommenen Erdkörper VJXYZU, während derselben auf der Rutschungslinie JX abgleitet, nach unten ausweichend, hinabgeworfen. Die Strebepfeiler, welche von den feindlichen Breschgeschossen, so lange als die vordere Mauer noch stand, nicht erreicht werden konnten, bleiben nach dem Fall dieser Mauer ganz oder theilweise, wie bei Jabcd (Fig. 2), stehn und durch die Reibung an diesen Strebepfeilern werden die in der Nähe derselben befindlichen Erdtheile in einer steileren Böschung JJ'e, als die übrigen nach der Rutschungslinie JX herabgestürzten Erdmassen, gehalten. Der feindlichen Artillerie bleibt nun die Aufgabe, diese Strebepfeiler nachträglich zu zerstören, wonach sich allmählig ein practicabler Weg X'f (Fig. 2) bis zu dem Fuß des Breschegerölles bildet.

Dieses ist der Verlauf der Metzer Breschversuche. Die Momente, welche die Breschmauer nach denselben den Geschützeinwirkungen entgegenstellt, bestehn hiernach:

a. in dem absoluten Widerstande des Mauermaterials gegen die horizontale Breschöffnung BJ (Fig. 2) und CH (Fig. 3), so wie gegen die senkrechten Durchbrechungen, CL, MN, HP (Fig. 3).

b. in dem Zusammenhange der vorderen Mauer mit den Strebepfeilern längs JV (Fig. 2), welche letztere durch die Reibung der Erde festgehalten werden. Dieser Zusammenhang wird aber erfahrungsmäßig dadurch, daß die Mauer sich auf die durchschossene horizontale Breschöffnung sackt, bald aufgehoben und es kann bei dieser Construction der Breschmauern auf ihre größere Stabilität nur durch eine bedeutende Verstärkung der Strebepfeiler an ihren Wurzeln gh, ik, lm (Fig. 1) und eine eben so bedeutende Verringerung der Zwischenräume hi, kl, allerdings mit einem verhältnißmäßig großen Kostenaufwande gewirkt werden. Selbst eine so bedeutende Verstärkung der vordern Mauer bis auf 12 und mehrere Fuß, als in der Einleitung dieses Aufsatzes angeführt worden, könnte das unmittelbare Durchschießen der Mauer nur um einige Zeit verzögern, aber nicht so weit verhindern, als

2) die Breschmauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern, wie sie in Fig. 4, 5, 6 dargestellt sind.

Bei diesen nämlich dringen in gleicher Art, wie bei den Breschmauern ohne Fußbänke, die schrägen Schüsse op (Fig. 5) der Breschbatterie allmählig, obgleich langsamer wie dort, bis zur Erdseite q, weil diese Mauern hier 8′ 6″, jene aber nur 7′ dick, also um $\frac{1}{6}$ dünner sind. Sobald sich einzelne durchschossene Löcher in der horizontalen Grundlinie, wie r, s, t . . . . y (Fig. 6) bilden, kann durch dieselben nur die wenige Erde laufen, welche in dem halbkreisförmigen Raum unterhalb der Zusammenwölbungen C, C (Fig. 6) der Strebepfeiler befindlich und in Fig. 5 durch das Dreieck zAB im Querprofil dargestellt ist. Durch dieses abgelaufene kleine Erdsegment erleidet die übrige Erdmasse keine Alteration, indem die zwischen den Strebepfeilern ADEB (Fig. 5) liegende Erde theils längs der intacten Mauerlinie EZ, theils längs der natürlichen Böschungslinie der Erde zA unverrückt liegen bleibt und die über der oberen Abgleichung FG dieser Strebepfeiler und der anliegenden anderen Mauer liegende Erde ebenfalls nichts an ihrer Unterlage verliert, da-

her nicht in Bewegung kommen kann. Die ad 1 beschriebene gewaltsame Erweiterung der horizontalen Grundlinie, wie sie in **Fig. 2** durch **Bn** dargestellt ist und der dadurch entstehende Erdstrom, welcher jene Mauer mit der ihm gewordenen Geschwindigkeit mit sich fortreißt, können also in **Fig. 5** nicht statt finden, indem die aus dem Segment **zAB** herabrollende Erde gerade nur hinreichend ist, um die Breschöffnung **qz** gegen das fernere Eindringen der Geschützkugeln zu verstopfen; eben so wenig ist ein Losreißen der Mauer **BE** (**Fig. 5**) von den Strebepfeilern zu befürchten, weil sie mittels der Wölbungen **BAFG** (**Fig. 5**), **HJLK**, **MNPO** (**Fig. 4**) und **C, C** (**Fig. 6**) längs aus mit ihnen verbunden ist.

Sobald daher der feindliche Artillerist die untere horizontale Grundlinie **CC** (**Fig. 6**) wirklich rein durchgeschossen hat und die senkrechten Durchbrechungen **CQ, CR, CS** erfolgt sind, kann der hierdurch entstehende Effekt nur darin bestehn, daß sich der über der Kappe der horizontalen Grundlinie befindende Mauerkörper **pUTGZqp** (**Fig. 5**), um die Höhe der Breschöffnung **pW** und **qz** hinabsenke, d. h. sich senkrecht auf die Sohle **Wz** dieser Oeffnung niedersetze.

Das Hinabsinken gedachten Mauerkörpers wird nur langsam und nicht plötzlich erfolgen, weil die vordere Mauer durchgehends mit den Strebepfeilern CD, EF, GH (**Fig. 4**) verbunden ist und an denselben wenigstens eine Zeit lang hängen bleibt, da diejenige Ursache, welche die Futtermauer ohne Fußbank, wie in **Fig. 2**, von den Strebepfeilern horizontal abreißt und nach Außen drängt, während die Strebepfeiler fest in der Erde sitzen bleiben, hier nicht vorhanden ist. Die Fläche **Bz** (**Fig. 5**) zwischen 2 Strebepfeilern hat hier nämlich keinen Seitendruck. — Auch wird der Verticaldruck über der Grundlinie pq des hinabsinkenden Mauertheils verhältnißmäßig nur gering sein, indem a. außer der eigenen Mauermasse auf diesen Mauertheil nur der oberhalb der Rutschungslinie **ZA** liegende, zum Hinabgleiten geneigte Erdkörper wirkt, ein Theil des senkrechten Drucks dieses Erdkörpers aber durch die Ueberwölbung **ZF** der Strebepfeiler aufgefangen und zur Erhöhung der Stabilität derselben nützlich verwendet wird, b. die mit den als unverrückbar anzunehmenden Strebepfeilern **ABED** (**Fig. 5**), doch theilweise und bis sie abbrechen, in Verbindung bleibenden, über die Fußbank **ZG** weg bis nahe gegen das Pa-

rament Ub hin gespannten, Gewölbebogen einen Theil dieses Drucks auf die Strebepfeiler zurückführen, mithin c., hauptsächlich nur derjenige Druck, welcher von der oberen nur 8′ hohen und durchschnittlich nur 5′ dicken Bekleidungsmauer pUTG (Fig. 5) und deren Strebepfeilern XCDH, KCFM u. s. w. (Fig. 4) herrührt, so wie der verticale Druck des außerhalb der Rutschungslinie GB (Fig. 5) liegenden Erdkörpers, auf die durch die Grundlinie pq begrenzte Mauermasse einwirken. Der gegen die nur 8′ hohe Mauerlinie GT (Fig. 5) nach Außen drückende Seitenschub kann nur unbedeutend sein und dem ganzen Mauerstück TGZqpUT, welches den oben beregten starken Verticaldruck im Innern als Gegengewicht hat, keine entscheidende Neigung zum Herüberfallen nach Außen mittheilen.

Aus diesen Betrachtungen folgt, daß oben gedachter $8\frac{1}{2}$′ breiter Mauertheil TGZqpUT nicht nur sehr unmerklich, sondern auch durchaus nur vertical mit der Grundlinie pq auf die Sohle WZ der Brescheöffnung hinabsinken werde und daß demnach derjenige Geschützeffekt, welcher nach Fig. 2 die Futtermauer ohne Fußbank völlig umwerfen muß, hier nur eine Erniedrigung des Cordons um die Höhe der Breschöffnung und einen horizontalen, so wie einige Verticalrisse in der äußeren Ansicht der Mauer hervorbringen kann.

Diese, der feindlichen Artillerie ungünstigen Verhältnisse, finden so lange statt, als noch die horizontale Grundlinie der Bresche nicht bis zur oberen schwachen Bekleidungsmauer GTUa (Fig. 5) hinaufgestiegen ist, d. h. die feindliche Artillerie muß den ganzen Mauerkörper aZqp Schuß für Schuß wegschießen, welches wenigstens dreimal so lange als die Bildung einer gewöhnlichen horizontalen Grundlinie von nur einer Kugelreihe dauern wird (a).

Die obere schwache Mauer GTUa früher wegzuschießen, ehe man sich an diese schwierige Arbeit macht, ist nicht rathsam, indem nach dem Umsturz dieser kleinen Mauer, deren Trümmer, mit Einschluß der hinterliegenden geringen Erdmassen, noch keinen practicablen Breschegang erzeugen können, das Abkämmen des Mauertheils aZqp, welcher keinen Schub von Oben her auszuhalten hätte, noch schwieriger sein wird.

Wenn nun endlich dieser Mauertheil aZqp weggeschossen ist, so bleiben noch die mit Trümmern bedeckten und deshalb wenig zugäng-

lichen überwölbten Strebepfeiler intact stehn und es bleibt demnach der Erdkörper zKAZ (Fig. 5), welcher in Fig. 2 als über der dortigen Rutschungslinie JX gelegen, mit herunterstürzen muß, eben so lange noch in der Wallmasse. Die Bresche wird daher, auch wenn sie endlich zu Stande gebracht ist, steiler und unzugänglicher, als bei Futtermauern ohne Fußbank werden (b).

Aus obigen Betrachtungen folgt, daß die Breschmauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern, wegen der Gründe a und b, wenigstens viermal mehr Zeit, als die Breschmauer ohne Fußbank und mit gewöhnlichen Strebepfeilern gegen das Breschelegen aushalten wird.

Die statische Berechnung dieser beiden Mauern gegen den Erddruck wird im 2ten Abschnitt folgen*).

B. Die dem feindlichen Geschützfeuer gar nicht oder nur wenig ausgesetzten Futtermauern sind nach dem bisherigen Gebrauch:

m. Senkrechte Futtermauern, mit $\frac{1}{20}$ vorderer Anlage, ohne Strebepfeiler, welche in gleicher Art wie die sub lit. l. und in Fig. 1, 2, 3 dargestellten Mauern aussehn, wenn man sie sich ohne Strebepfeiler vorstellt. Ihre Dicke wird im 2ten Abschnitt berechnet werden.

n. Inclinirte Futtermauern ohne Strebepfeiler. Diese leiten ihre Entstehung von der Bekleidung roher Erdränder gegen Wasserabspülungen oder sonstige Degradationen durch Feldsteine her. Wenn diese Bekleidung längs der natürlichen Böschungslinie AB (Fig. 7) des Erdrandes liegt, dient sie natürlich nur zur Befestigung der Oberfläche desselben. Steigt sie aber in einem steileren Böschungswinkel, wie CBD, an, so drückt das Erddreieck ABC oberhalb der natürlichen Böschungslinie AB dagegen. Erfahrungsmäßig kann eine von Feldsteinen roh und ohne Mörtelverbindung aufgesetzte Mauer auf eine Höhe von 12 Fuß in einer Böschungslinie EF dem hinteren

*) Die Gegeneinanderstellung der mechanischen Momente beim Breschschießen, soweit hiezu schon die faktischen Prämissen vorhanden sind, würde reichen Stoff für den höheren Calcul geben, auf den aber dieser Aufsatz nicht gerichtet ist.

Erddruck widerstehn, welche ½ ihrer Höhe **EH** zur Anlage **HF** hat. Allerdings ist in diesem Fall der Erddruck des Dreiecks **CBA** geringer als der Druck des Erddreiecks **JBA** gegen eine senkrechte Futtermauer **HJBE** werden würde.

Will man die Böschungslinie nach **JK** (**Fig.** 8) noch steiler machen, so muß schon die Mauer **JKLM** durch Mörtel zu einer festen Masse verbunden werden. Wenn man aber von dieser Mauer nicht mehr verlangt, als daß sie nur so steil wird, daß die lothrechte Linie **NO** aus ihrem Schwerpunkt noch innerhalb ihres Fundaments fällt, sie mithin auch ohne Gegendruck der Erde nicht nach innen fallen könnte, welches wegen der Sicherheit ihres Standes vor der Hinterfüllung und Austrocknung durchaus erforderlich ist; so wird man diese Mauer, weil auch sie einen geringeren Erddruck in dem Viereck **MVLP** aushalten darf, als eine senkrechte in dem Dreieck **JLP**, und weil die Entfernung des Perpendikels **NO** vom Umdrehungspunkt **K**, oder **KQ**, als der Hebelsarm ihres statischen Moments **KQ** × **O** für ihren Widerstand, größer als **KT** für den Perpendikel **RS** des statischen Moments **KT** × **S** einer senkrechten Futtermauer ausfallen muß, dünner, mithin wohlfeiler als eine senkrechte Futtermauer erbauen können.

Gegen Breschbatterien sind diese inclinirten Mauern nicht geeignet, indem, sobald die horizontale Grundlinie der Bresche bei **UV** eingeschossen wäre, die oberhalb derselben liegende Mauer **JUVM** schneller nach Außen abgleiten würde, als eine eben so hohe und auf **UV** senkrecht hinabdrückende verticale Mauer **UVJY**. Am schnellsten würde sie, auf ⅓ ihrer Höhe von unten durchbrochen, abgleiten, wenn **VM** in der Böschunglinie **VW** läge.

Da überhaupt bei den inclinirten Mauern der untere Theil dem Ausgleiten nach vorne mehr, als der obere Theil dem Ueberstülpen nach Außen ausgesetzt ist; so pflegt man das untere Höhendrittel derselben **VL** an der Erdseite senkrecht und dadurch stärker zu machen. Man giebt den inclinirten Mauern nicht mehr als 20′ Höhe, damit der aus dem Schwerpunkt **N** herabfallende Perpendikel **NO** (**Fig.** 8) nicht außerhalb der Fundamentlinie falle. Da ihre äußere Fläche **JK** gegen den Horizontal nur flach ausfällt, so construirt man sie nicht gern von Ziegelsteinen, die dem Verwittern ausgesetzt sind, sondern von Feldsteinen oder Granitblöcken.

Auch diese Mauern werden im zweiten Abschnitt statisch beurtheilt werden*).

o. Die senkrechten Futtermauern mit Strebepfeilern entsprechen den sub lit. l. beschriebenen Breschmauern ohne Fußbänke und mit Strebepeilern, und unterscheiden sich von diesen nur durch ein schwächeres Profil, da sie nur den Erddruck und keinen Geschoßstoß aushalten dürfen.

p. Senkrechte Futtermauern mit zwei Fußbänken ohne Strebepfeiler werden angewendet, wenn bei einem nicht über 20′ hohen Profil man einen standfesten Boden mit geringem Seitenschube hat, wenn man deshalb zur Ersparung der Kosten den oberen Theil der Mauer möglichst dünn halten, dagegen dem unteren, etwaigen Geschützlagen ausgesetzten Theile, eine verhältnißmäßig größere Stärke geben, ferner zur Ersparung von Fundamentirungen keine Strebepfeiler, und, um die Fundamente weniger tief machen zu dürfen, auch deshalb dem unteren Theile der Mauer eine möglichst große Breite zur Vermeidung des Vorschiebens geben will. Man kann z. B. in Fig. 10 längs der durch das Ravelin A ziemlich gedeckten, zwischen den Flanken BC und DE eingeklemmten, und durch die Poterne FG gegen das Vorterrain ziemlich gedeckten Courtine BD eine solche auch gegen ein unerwartetes Geschützfeuer möglichst sicher construirte und nicht theure Futtermauer aufrichten.

Fig. 9 stellt die übliche Construktion ihres Profils dar. Nachdem die obere Dicke HJ für die obere dünnere Hälfte der Mauer HJLK (nach Abschnitt 2) hergestellt worden, giebt man der unteren halben Mauerhöhe zwei ziemlich gleiche Fußbanken LM und NO, deren Dicke der oberen halben Mauerdicke HJ, wenn HJ unbestimmt ist, gleich wird, oder wenn HJ (wie z. B. nach lit. d. oben) gegeben ist, berechnet werden muß. Durch diese Vergrößerung der Mauerdicke und durch die Ableitung eines Theils des schrägen Drucks der längs der Rutschungslinie QR zum Abgleiten geneigten Erde in den verticalen Druck auf die Fußbanken LM und NO, wird die Mauer in

*) Diese inclinirten Mauern sind unter andern in neuerer Zeit bei den Contrescarpen von Sarrelouis mit Nutzen angewendet worden.

in der Gegend des im 2ten Abschnitt als Mittelpunkt des Drucks ausgemittelten, auf $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe, von unten gerechnet, liegenden, mithin schwächsten Punktes S, verstärkt.

q. Senkrechte Futtermauern mit zwei Fußbanken und gewöhnlichen Strebepfeilern können dann angewendet werden, wenn man befürchten müßte, daß einzelne Theile der Mauern lit. p. der möglichen Gefahr des Breschelegens nicht ohne Verstärkung (besonders des oberen Theils) durch Strebepfeiler, gewachsen wären. In diesem Fall werden die Strebepfeiler **OPJLMNO** (**Fig.** 9) auf die unterste Fußbank **NO** gesetzt.

r. Senkrechte Mauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern, in ähnlicher Art, wie die Breschmauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern oben **sub lit. l. No.** 2 und in **Fig.** 4, 5, 6, dargestellt sind. Um bei diesen Mauern die Kostenersparniß möglichst hoch zu steigern, kann nach **Fig. 11** die Ueberwölbung **AB** (**Fig.** 11) der Strebepfeiler nicht auf $\frac{1}{3}$, wie **sub lit. l.**, sondern erst auf der halben Mauerhöhe angewendet werden. Der oberhalb der Ueberwölbung stehende Mauertheil **AC** wird gerade nur so stark gemacht, als das statische Gleichgewicht nach Abschnitt 2 es erfordert. Unterhalb der 3 Fuß langen Ueberwölbung **AB**, der Strebepfeiler **ABED** wird keine Erde gegen die Mauer gefüllt, und die Erde nur nach der Böschungslinie **DB** mit halber Anlage vom Fuß der Mauer bis zum Ende des Strebepfeilers aufwärts fest eingestampft. Der Mauertheil **HF** wird daher nur als eine Blendungsmauer behandelt und oben bei **H** nur $1\frac{1}{2}'$, also unten bei **F** $= 2'$ dick gemacht. Die durch die überwölbten Strebepfeiler gebildete Fußbank **AB** entfernt den oberen Erddruck von dem unteren Mauertheil **AD** und vermehrt, indem das Gewölbe bis **AH** in die Futtermauer eingebunden ist, deren Gewicht und dadurch ihr statisches Moment. Die Gewölbebogen, Strebepfeiler und die ganze Mauer werden dünner als die ähnliche Breschmauer ausfallen und ihre Berechnung in Abschnitt 2 behandelt werden*).

---

*) Bei der Citadelle von Gent sind die Contrescarpenmauern in ähnlicher Art construirt, mit dem Unterschiede, daß zu noch größerer Kostenersparniß die Schildmauern unter der Zusammenwölbung **JK** (**Fig.** 12) und **L** (**Fig.** 13) der Strebepfeiler ganz

s. Futtermauern mit Hinterböschung werden nach Fig. 14 in solchen Fällen angebracht, wenn man durch eine Futtermauer **OPRQ**, in Verbindung mit dem dagegen in der Richtung **ST** wirkenden Erddruck, eine Strebe gegen ein casemattirtes Gebäude, wie **UV**, oder einen Brückenbogen u. dgl. anbringen und demnach die beiden Widerlager **OP** und **UV** durch den Bogen **WXY** und durch die über demselben befindliche Mauer **WUOY** gegen einander abstreifen will. In diesem Fall wird die Mauer **OPRQ** nur eine geringe Dicke erhalten dürfen, da sie durch zwei einander entgegenwirkende Kräfte gegen das Umfallen gehalten und eigentlich nur auf ihre Cohäsion gerechnet wird.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Stärke der Futtermauern an Festungswerken.

Bei Abfassung dieses Abschnitts wird absichtlich jede zusammengesetzte Rechnungsart vermieden und nur ein Annäherungsweg eingeschlagen, der für die in der Einleitung ausgeführten Bedürfnisse des Ingenieurs ohne Weiteres brauchbar ist, eben deshalb aber keinen Anspruch auf mathematische Schärfe macht.

Um in dieser Richtung ohne Umschweife zum Ziel zu kommen, wird zunächst:

A. eine allgemeine Gegeneinanderstellung der beim Verhalten der Futtermauern an Festungswerken in Betracht zu ziehenden Kräfte

---

weggefallen sind, und die Erdböschung KM (Fig. 12) des hinterliegenden Walles in diesen Nischen LN (Fig. 13) bis an die vordere Mauerflucht vortreten. Obgleich die offenen Dreiecke JKM dem Feinde einen Schutz gegen die vordersten Theile der bestreichenden Flankenlinien gewähren, auch die Durchbrechung der Contrescarpe, sobald die unterirdische Descente bis dahin vorgedrungen ist, erleichtern; so bieten dieselben andererseits doch überall Gelegenheit zum Ansatz von Minengalerien für die Vertheidigung dar und können deshalb bei leichteren Werken, welche nur dem gewaltsamen Angriff ausgesetzt sind, wohl angewendet werden, indem sie immer das Herunterklettern von oben nach unten erschweren. — Uebrigens sind die hier angegebenen Mauern mit überwölbten Strebepfeilern den Carnotschen Revêtements en décharge ähnlich.

folgen und nach dieser eine Anwendung der hieraus gefolgerten Schlüsse auf die im 1sten Abschnitt aufgestellten beiden Arten von Futtermauern, jedoch in umgekehrter Ordnung, nämlich:

B. der dem Geschützfeuer nicht ausgesetzten Futtermauern,

C. der dem feindlichen Geschütz und namentlich dem Breschelegen ausgesetzten Mauern.

A. Allgemeine Gegeneinanderstellung der beim Verhalten der Futtermauern an Festungswerken in Betracht zu ziehenden Kräfte.

Der anschaulichste Weg der Behandlung dürfte für unsern Zweck folgender sein:

1) Futtermauern mit Erdhinterfüllung, ohne daß noch außerdem Erde über denselben liegt (Fig. 15).

Der Fall soll hier zuerst in der größten Einfachheit betrachtet und dann zu den zusammengesetzteren Fällen übergegangen werden.

Es werde also eine senkrechte Futtermauer **ABCD** von 1 Fuß Länge ohne alle Böschung vorausgesetzt, gegen deren Inseite **AB** das ebenfalls nur 1 Fuß lange Erddreieck **ABE**, welches über der natürlichen Böschungslinie **AE** des Standbodens liegt, drückt. Wenn man zwei Seiten dieses Erddreiecks in **F** und **G** halbirt, und **BF** und **AG** zieht, so ergiebt deren Durchschnitt **H** den Schwerpunkt des Dreiecks **ABE**.

In diesem Schwerpunkte **H** denke man sich das Gewicht des Dreiecks = **P** senkrecht herabhängend; so ist **P** (wenn man für diesen Fall das specifische Gewicht der Erde gleich dem specifischen Gewicht des Mauerkörpers setzt, mithin sowohl bei der Erde, als auch bei der Mauer auf die specifischen Gewichte keine Rücksicht nimmt) $P = \frac{AB.\ BE.}{2}$. Diese Kraft **P** sei in der senkrechten Richtung **HP** durch die Linie **HJ** dargestellt.

HJ aber kann in zwei Kräfte zerlegt werden, nämlich **HK**, parallel mit der Böschungslinie, **AE** und **HL**, senkrecht auf dieser Böschungslinie *). — **HK** zieht das Erddreieck gegen den An-

*) Der Normaldruck HL bewirkt durch die demselben entsprechende Reibung bei dem Punkte L einen Widerstand, der von unten

griffs-Punkt N der Mauer-Inseite und HL drückt senkrecht gegen AE.

Der Werth von HK ergiebt sich aus der Aehnlichkeit der Dreiecke JKH und EBA, indem HJ : HK = AE : AB, wonach

$$HK = \frac{HJ.\ AB.}{AE}$$

Hierin obiger Werth für HJ = P gesetzt, wird:

$$\text{I.}\quad HK = \frac{AB.\ BE.}{2}\ \frac{AB}{AE}$$

$$= \frac{AB^2.\ BE.}{2.\ AE.}$$

Nun wirkt obige Kraft HK, welche bekanntlich in jedem Theil ihrer Richtungslinie gleich stark ist, bei ihrem Anstoßen gegen den Punkt N der senkrechten Mauerinseite AB. Weil der Schwerpunkt H auf $\frac{1}{3}$ von unten auf der Linie FB liegt, so daß FH = $\frac{1}{3}$ FB und HB = $\frac{2}{3}$ FB, so ist wegen Aehnlichkeit der Dreiecke BAF und BNH, auch AN = $\frac{1}{3}$ AB; so daß der Angriffspunkt N auf $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe, von unten gerechnet, liegt.

Macht man ferner NO = HK und zerlegt diese Kraft NO abermals in die horizontale, auf den Umsturz der Mauer wirkende NQ und die senkrechte NR, welche hier hinter der Mauer in die Erde drückt, so ist NQ wiederum aus der Aehnlichkeit der Dreiecke OQN und ABE zu ermitteln, indem

$$NQ : NO = BE : AE, \text{ also}$$

$$NQ = \frac{NO.\ BE}{AE} = \frac{HK.\ BE}{AE}$$

und HK in obigen Werth eingesetzt,

---

nach oben in der Richtung von A nach E wirken muß, sobald die Erde auf der Böschungslinie AE abgleitet. Um jedoch den Fall ganz einfach zu halten, soll diese Reibung vorläufig gar nicht berücksichtigt werden (a). Ein zweiter Widerstand gegen das Abrutschen des Erddreiecks ABE bildet sich in dem Augenblick, daß es längs der Rutschungslinie AE von dem unteren Erdkörper AEM abgerissen wird, durch die Cohäsion der Erdtheile untereinander, welche aber ebenfalls jetzt nicht in Betrachtung gezogen werden soll, um den Fall nicht complicirt zu machen (b).

$$\text{II. wird } NQ = \frac{AB^2.\ BE^2.}{2.\ AE^2} \text{ *)}$$

Das statische Moment von NQ aber, mit welchem diese Kraft die Futtermauer ABCD umwerfen will, ist

$$\text{III.} = AN\ .\ NQ = \tfrac{1}{3}\ .\ \frac{AB.\ AB^2.\ BE^2}{2.\ AE^2} = \tfrac{1}{3}\ .\ \frac{AB^3.\ BE^2}{2.\ AE^2.}$$

Obigem Moment des Erddrucks wirkt der Mauerdruck entgegen, indem das Gewicht der Mauer, T, im Schwerpunkt U derselben senkrecht herabhängend, an dem Hebelsarm DV zum Umkippen der Mauer nach der Inseite um den Umdrehungspunkt D wirkt. Das Gewicht T ist gleich AD . AB, und der Hebelsarm DV = $\frac{1}{2}$ AD, also ist das Moment

$$\text{IV.}\quad DV\ .\ T = \tfrac{1}{2}\,AD^2.\ AB \text{ **)}$$

Beide Momente gleich gesetzt, giebt:

$$\text{V.}\quad \tfrac{1}{3}\ \frac{AB^3.\ BE^2}{2.\ AE^2} = \tfrac{1}{2}.AD^2.AB,$$

woraus die gesuchte Mauerdicke:

$$\text{VI.}\quad AD = \frac{1}{\sqrt{3}}\ .\ \frac{AB.\ BE}{AE.} = 0{,}58\ .\ \frac{AB.\ BE}{AE.} \text{ ***)}$$

---

*) Die in die Erde wirkende Kraft NR kommt hier nicht in Rechnung (c).

**) Hier wirkt die Cohäsion der Mauer auf der Bruchlinie DA, ehe die Mauer losbricht, welche hier jedoch vorläufig gleichfalls nicht berücksichtiget wird (d).

***) Um vorläufig zu übersehn, um wieviel eine Mauer, nach Weglassung der sub. a. b. c. d. aufgeführten Gewichtsunterschiede, Reibung und Cohäsion, zu dick werden würde, diene folgendes Zahlenbeispiel:

AB = 20′, BE = 40′, also AE = $\sqrt{20^2 + 40^2}$ = 45′; mithin die Mauerdicke

$$AD = \frac{0{,}58\ .\ 20\ .\ 40}{45} = 10{,}3'.$$

Diese Mauer müßte nach Eytelwein S. 124 7,2′, nach Rondelet S. 236 6,75′ dick werden; im Durchschnitt beträgt daher die Verminderung der Mauerdicke durch die ihr zu gute kommenden Hindernisse $\dfrac{10{,}3 - \dfrac{7{,}2 + 6{,}75}{2}}{10{,}3} = \tfrac{3}{10}$ der nach obigen Betrachtungen berechneten Mauerdicke.

Es bleibt jetzt noch übrig, auseinanderzusetzen, um wieviel diese Dicke, wegen der oben sub a, b, c, d nicht in Abzug gebrachten Hindernisse vermindert werden müßte, und um wieviel man sie nur vermindern kann, wenn man die Erfahrung zu Rathe zieht und die Mauern so dick macht, daß sie praktisch stehn und nicht theoretisch umfallen.

Die in Abzug gebrachten Hindernisse sind folgende:

a. Die Verschiedenheit der Gewichte zwischen Mauerwerk und Erde. Diese Gewichte kann man pro Cubikfuß =

160 ℔ für Bruchsteinmauer,

130 ℔ für Ziegelmauer, also

145 ℔ durchschnittlich für jedes Mauerwerk,

110 ℔ für Erde annehmen. Man muß daher 1 Cubikfuß Mauer $= \frac{145}{110} = 1{,}3$ annehmen, wenn der Cubikfuß Erde mit 1 berechnet wird.

b. Die Reibung, längs der Böschungslinie AE aufwärts wirkend. Diese ist proportionel dem Normaldruck HL, welcher durch folgendes Verhältniß ermittelt wird:

$$HJ : HL = AE : BE,$$

$$\text{hieraus } HL = \frac{HJ\,.\,BE}{AE};$$

für HJ obigen Werth gesetzt, ist

$$HL = \frac{AB.\ BE.}{2}\ \frac{BE}{AE}\ \frac{AB.\ BE^2}{2.\ AE}$$

Der Druck von HL veranlaßt bei L die obengedachte Reibung in der Richtung L aufwärts. Die Reibung von Erde auf Erde beträgt ⅓ dieses Drucks, mithin ist:

$$\tfrac{1}{3}\ HL = \frac{AB.\ BE^2}{2.\ 3.\ AE}$$

von der oben entwickelten Kraft HK abzuziehn, und man kann in der Formel I. statt KH, in Berücksichtigung der Reibung, setzen:

$$\text{VIII.}\quad HK - \tfrac{1}{3}\ HL = \frac{AB^2.\ BE}{2.\ AE} - \frac{AB.\ BE^2}{2.\ 3.\ AE}$$

$$= \frac{AB.\ BE.}{6.\ AE}\ (3\ AB - BE).$$

c. Für die Cohäsion des Erdreichs längs der Rutschungslinie AE könnte zwar nach Mayniel (S. 158) $\frac{1}{8}$ der parallel mit derselben gegen die Mauer drückenden Kraft HK abgerechnet werden. Da indessen die Wirkung der Reibung erst mit der wirklich erfolgenden Bewegung anfängt und alsdann schon die Cohäsion überwunden ist, so können beide Hindernisse nicht zu gleicher Zeit wirken. Die Reibung ist aber in den mehresten Fällen größer als die Cohäsion; weshalb die Cohäsion der Erde hier ganz weggelassen wird.

d. Noch ist auf die Cohäsion des Mauerwerks an der Bruchlinie DA (Fig. 15) Rücksicht zu nehmen, indem, wenn hier keine Cohäsion wäre, der unterste Punkt D des oberen Mauertheils ABCD in der Richtung DX auf der Grabensohle abrutschen würde, in Folge der Cohäsion aber dieser Punkt bei D festgehalten und im Augenblick des Bruchs die äußere Mauer DC in dem Bogen CY nach außen umgeworfen wird. Um das zu frühe Abreißen an den Fundamenten zu vermeiden, muß erfahrungsmäßig die Mauer im Allgemeinen um $\frac{1}{8}$ dicker werden, als sie sonst werden würde *).

Hiernach stellt sich in obiger Formel No. II. $NQ = \frac{HK.\ BE}{AE}$, wenn statt HK der Werth aus der Formel No. VIII. eingesetzt wird,

$$\text{IX.}\quad NQ = \frac{AB.\ BE}{6.\ AE.}\ (3AB - BE).\ \frac{BE}{AE}$$

$$= \frac{AB.\ BE^2}{6.\ AE^2}\ (3AB - BE) \text{ und}$$

X. AN. NQ aus No. III.

$$= \frac{AB^2.\ BE^2}{18.\ AE^2}\ (3AB - BE).$$

Ferner ist nach der Auseinandersetzung ad a. in der Formel No. IV. statt T Cubikfuß 1,3 T zu setzen und es entsteht hieraus

XI. DV. 1,3 T = 0,65 AD^2. AB; ferner in No. V. statt AN. NQ = DVT,

*) Zu frisch hinterfüllte Mauern bekommen gewöhnlich in der Richtung NZ auf $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe Ausbauchungen CZD, welche bis zum Einsturz zunehmen können. Da diese aber nur auf einem Fehler in der Construction beruhen, so werden sie hier übergangen.

$$\text{XI.} \quad \frac{AB^2 . BE^2}{18 . AE^2} (3\,AB - BE) = 0{,}65\, AD^2 . AB,$$

woraus:

$$\text{XII.} \quad AD = 0{,}29\, \frac{BE}{AE} \sqrt{AB\,(3\,AB - BE)}.$$

und endlich ist zu dieser Mauerdicke AD, nach ad d, noch $\frac{1}{6}$ hinzuzufügen, also:

$$\text{XIII.} \quad AD = \tfrac{7}{6} \text{ von der Größe ad XII., d. h.}$$

$$= 0{,}34 . \frac{BE}{AE} \sqrt{AB\,(3\,AB - BE)}\;^{*}).$$

Diese Größe **XIII.** für die Mauerdicke **AD** weicht von der Größe **VI.** um mehr als die Hälfte ab. Um nun dem zweiten Theil der oben gestellten Aufgabe zu genügen, wonach nicht bloß nach Ausweis von Berechnungen, sondern auch nach Erfahrungen angegeben werden soll, um wieviel man die Mauern mit Rücksicht auf die ihnen zu Gute kommenden Hindernisse dünner machen kann, ohne ihren Umsturz befürchten zu müssen, kann man mit Sicherheit annehmen, daß praktisch eine Mauer nicht um $\frac{1}{2}$, sondern nur um $\frac{1}{3}$ dünner gemacht werden könne, als der oben ad **VI.** oder ein sonstiger auf ähnlichem Gange gefundene Ausdruck besagt und folgt hieraus die allgemeine Regel:

---

*) Zur Vergleichung mit dem Zahlenbeispiel in der Anmerkung zu No. VI., sei wiederum:

$$AB = 20', \; BE = 40', \; AE = 45';$$

mithin

$$AD = \frac{0{,}34 . 40}{45} \sqrt{20\,(3 . 20 - 40)}$$

$$= 0{,}29 . 20 = 6{,}1 \text{ Fuß.}$$

Da nun dort AD = 10,3 ausgemittelt war, so giebt dies einen Unterschied von 4,2 Fuß, oder $\frac{4{,}2}{10{,}3}$ d. i. beinahe der Hälfte der Stärke ohne Berücksichtigung der Hindernisse. Wenn man aber aus der hier gefundenen Dicke von 6,1′, der Eytelweinschen von 7,2′ und der Rondeletschen von 6,75′, das arithmetische Mittel mit 6,5′ zieht, so differirt dieses Mittel von der Stärke ohne Rücksicht auf Reibung und Cohäsion von 10,3′ um (10,3 — 6,5)′ = 3,8′, und man kann hierauf die im Text sogleich auszuführende praktische Regel bauen, daß man bei Berechnung der Stärke der Futtermauern nur das oben ad I. bis VI. beobachtete einfache Verfahren befolgen und von der hiernach gefundenen Mauerdicke nur $\frac{2}{3}$, als für die praktische Ausführung geeignet, annehmen müsse.

XIV. **Wenn eine Futtermauer nur mit Erde hinterfüllt und keine Erde über derselben aufgeschüttet werden soll, so bestimmt man die Dicke der Mauer blos nach statischen Grundsätzen ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der specifischen Gewichte der Mauer und der Erde, auf die Reibung der Erde längs der Rutschungslinie und auf die Cohäsion des Mauerwerks in der Bruchlinie, und nimmt in Rücksicht obiger Hindernisse nur $\frac{2}{3}$ der gefundenen Mauerdicke als Norm für die wirkliche Ausführung an*).**

2) Futtermauern, hinter und über welchen Erde liegt (Fig. 16).

Um hier nicht in viele Berechnungen zu gerathen, wird folgende annähernde Vorstellungsart am schnellsten zum Ziele führen:

a. Ueber der oberen Mauerabgleichung und dem hinterliegenden Erddreieck, also über **CE**, liege der über der Mauer befindliche Erdkörper.

b. Der gewöhnlichste Fall beim Druck der Erde gegen Futtermauern ist der, daß die natürliche Rutschungslinie **AEF** unter einem Winkel **FAG** = 45 Graden ansteige, oder daß **AB** = **BE** sei.

c. Die Höhe **BH** der über der Mauer drückenden Erde wird selten mehr als die Mauerhöhe **BA** betragen. Je höher die Erde liegt, um so gefährlicher wird der Stand der Futtermauer **ABCD**, und die Grundsätze, welche für diesen ungünstigsten Fall gelten, sind um so mehr für niedrigere Erdbelastungen zufriedenstellend; weshalb im vorliegenden **BH** = **BA** ist.

d. Da in dem Fall für No. 2 lit. b. das in 1. VI. hergeleitete

$$AD = \frac{0{,}58.\ AB^2}{\sqrt{2.\ AB^2}} = \frac{0{,}58.}{\sqrt{2}}\ AB = 0{,}4.\ AB$$

wird, und demnach alsdann nur die Mauerhöhe **AB** über die Mauerdicke entscheidet, so

*) Hiernach wird also obige Mauerdicke AD, welche in der Anmerkung zu No. VI. auf 9,91′ ausgemittelt worden, auf $\frac{2}{3}$ 10,3 = 6,9′ verringert werden, um für die Praxis brauchbar zu sein.

wird die Frage so gestellt: welcher Mauerhöhe muß die Mauerdicke **CB** entsprechen, wenn noch ein Erdkörper von der Höhe **BH** = **AB** über der Mauerabgleichung **CB** liegt?

e. Um diese Mauerhöhe auszumitteln, betrachte man die Verschiedenheit des Drucks, welchen die hinterliegende Erde **BHFE** gegen den idealisirten Mauertheil **BHMC** ausüben würde, von dem Druck, welchen der Erdkörper **CLFE** wirklich, ohne diesen idealisirten Mauertheil, ausübt.

f. Der Erdkörper **BHFE** kann in die 3 gleichen Dreiecke **BHN**, **BNE** und **ENF** zerlegt werden. Von diesen käme nur das Dreieck **BHN** in unmittelbare Berührung mit der idealisirten Mauerlinie **BH**. Statt dessen aber wird der Erdkörper **CLFE** durch die Böschung **CL** begränzt und es fallen folgende Stücke desselben gegen den Druck gegen **BH** aus:

1) Das Dreieck **HOL**, 2) das Dreieck **COB**, um welches der Erdkörper **CLFE** nicht allein nicht zum Umsturz der Mauer **BHMC**, sondern sogar zum Vortheil der unteren Mauer **ABCD** drückt, weshalb es doppelt gerechnet werden muß. Da **CB** im vorliegenden Fall nahe $= \frac{1}{2}$ **AB** $= \frac{1}{2}$ **BH** sein wird, so kann man **HL** = **LN** $= \frac{1}{2}$ **HN** $= \frac{1}{2}$ **BH** annehmen; demnach ist Δ **HOL** = **COB** $= \frac{1}{4}$**BHN**, und die drei abgezogenen Dreiecke **HOL** + 2 **COB** lassen von **BHN** nur $\frac{1}{4}$ übrig; so daß der Erddruck des schräg abgeböschten Körpers **CLFE** = dem Druck von $\frac{1}{4}\,\Delta$ **BHN** + Δ **BNE** + Δ **NEG** $= (\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} + \frac{2}{3})$ **CLFE** $= \frac{3}{4}$ **CLFE** angenommen werden kann. Diesem Druck würde aber nach lit. d. nur eine Mauerhöhe von mindestens $= \frac{3}{4}$ **BH** entsprechen.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich folgende Annäherungsregel:

XV. Wenn hinter und zugleich über einer Futtermauer Erde liegen soll, so werden der wirklich auszuführenden Mauerhöhe noch $\frac{3}{4}$ der Erdhöhe über der Mauer zugesetzt und die Mauerdicke nach Maaßgabe dieser neu ausgemittelten Druckhöhe bestimmt*).

---

*) Als Zahlenbeispiel gelte die Mauerhöhe in der Anmerkung zu No. XIV. unter der Voraussetzung, daß sie eine 10′ hohe Erd-

B. Stärke und cubischer Inhalt der einzelnen Arten der Futtermauern, ohne Rücksicht auf das feindliche Geschützfeuer *).

1) Die im ersten Abschnitt: B. lit. m, beschriebenen **Senkrechten Futtermauern mit $\frac{1}{20}$ vorderer Anlage, ohne Strebepfeiler.**

Für diese ist, nach dem zweiten Abschnitt No. III. das Moment des Erddrucks, unverändert wie dort $= \frac{1}{3} \frac{AB^3 . BE^2}{2. AE^2}$ (Fig. 15).

Dagegen ist in dem Moment des Mauerwiderstandes:

$FG . T + FH . U$ (Fig. 17),

$FG = FC + CG = \frac{1}{20} AB + \frac{1}{2} DB$:

$T = AB . DB$;

$FH = \frac{2}{3} . FC = \frac{2}{3} . \frac{1}{20} . AB = \frac{1}{30} . AB$;

$U = \frac{FC. AB}{2} = \frac{1}{20} . \frac{AB. AB}{2} = \frac{1}{40} . AB^2$;

also: $FG\ T + FH\ U =$

$(\frac{1}{20} AB + \frac{1}{2} DB)\ AB . DB + \frac{1}{30} AB\ \frac{1}{40} AB^2$.

Beide Momente gegeneinandergestellt, ergiebt:

---

brustwehr tragen soll. Alsdann ist in No. VI. $AB = 20' + \frac{3}{4}. 10' = 27,5'$. $BE = 2. AB = 55,0'$, $AE = \sqrt{27,5^2 + 55^2} = 61'$;

mithin $AD = \frac{0,58. AB. BE}{AE} = \frac{0,58. 27,5. 55}{61} = 14'$, davon $\frac{2}{3}$, giebt $AD = 9\frac{1}{3}'$.

Wenn dagegen der gewöhnliche Fall angenommen wird, wonach in No. VI. $AB = BE$, so ist nach 2 d

1) die Dicke der Mauer ohne Erdbeschüttung: $AD = 0,4 . 20' = 8'$, und $\frac{2}{3}$ davon $= 5\frac{1}{3}'$.

2) Die Dicke derselben Mauer mit 10' hoher Erdbrustwehr, nach No. XV.

$AD = 0,4. 27,5 = 11'$ und $\frac{2}{3}$ davon $= 7\frac{1}{3}'$,

welches auch mit der gewöhnlichen Annahme, wonach dergl. Mauern, wenn sie an der äußeren Seite eine Böschung mit $\frac{1}{10}$ Anlage erhalten, wodurch ihr statisches Moment erhöhet wird, oben $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe zur Dicke zu erhalten pflegen, übereinstimmt.

*) Sämmtliche Mauern werden ohne Erdüberschüttung angenommen.

$$(\tfrac{1}{20}\,AB + \tfrac{1}{2}\,DB)\,AB \,.\, DB + \tfrac{1}{30}\,AB \,.\, \tfrac{1}{40}\,AB^2 = \tfrac{1}{3}\,\frac{AB^3 \,.\, BE^2}{2\,AE^2};$$

Die Ermittelung von **DB** aus dieser Gleichung führt zu einer unreinen quadratischen Gleichung, deren Behandlung, um in der Praxis vielem Buchstabenschreiben aus dem Wege zu gehn, in folgender Art geschehen kann:

Man bringt zuvörderst die Potenzen von **DB**, wie folgt, auf eine Seite:

$$DB^2 + DB\,\tfrac{1}{10}\,AB + \tfrac{1}{60}\,AB^2 = \tfrac{1}{3}\,\frac{AB^2 \,.\, BE^2}{AE^2}$$

und nun behandelt man die Aufgabe sogleich in den gegebenen Zahlen, indem z. B.

$AB = 20'$, $BE = 20'$, $AE = 28{,}3'$, mithin $DB^2 + DB\,.\,2 + 6{,}6 = 66{,}6$;

hieraus $DB = \sqrt{60} - 1 = 6{,}8'$; wovon
$\tfrac{2}{3} = 4{,}5'$ die obere Dicke **DB** geben und
$4{,}5' + 1' = 5{,}5'$ die untere Dicke.

Der kubische Inhalt eines Mauerstücks von 16′ Länge beträgt, nach dieser Construction, incl. der Fundamente von ⅓ der Mauerhöhe, 2224 C′.

2) Die inclinirte Futtermauer (1ster Abschnitt **B.** n.) — Bei dieser Berechnung muß man dem in diesem 2ten Abschnitt sub **A. 1** aufgestellten Verfahren im Detail folgen. Bei der inclinirten Futtermauer ist nämlich nach **Fig.** 18 der Inhalt des drückenden Erdkörpers **BGFE** kleiner als bei der dort angezogenen senkrechten Futtermauer*).

Dieser Erdkörper ist für eine Höhe $AD = 20'$, einen Böschungswinkel **EAH** von 45° und eine etwaige Mauerdicke von 4′, = 156 ▭′. Die horizontale Kraft **NQ**, welche die Mauer umzustoßen sucht, ist nach **A. 1 No. II.**

$$= 156\,\square'\,.\,\frac{AD\,.\,DE}{AE^2} = \frac{156\,.\,20\,.\,20}{(28{,}3)^2} = 78.$$

---

*) Um den Vortrag recht praktisch zu machen, wird die folgende Berechnung sogleich an ein bestimmtes Zahlenbeispiel gebunden werden, indem es hier nicht auf eine Sammlung von Formeln, sondern auf die Beholfenheit im Rechnen zur Stelle ankommt.

und das statische Moment derselben auf

$\frac{1}{3} . 20' = 6{,}6'$ Höhe $= 78 . 6{,}6' = 514{,}8.$

Das statische Moment der Mauer ist folgendes:

$$CA . P + CJ . Q = DB . P + (DB + 0{,}8') Q;$$

$$P = DB . 20'$$

$Q = \frac{1}{3} . 20' . 1{,}3' = 8{,}6 \square'$, demnach ist obiges Moment $= DB^2 . 20 + (DB + 0{,}8') 8{,}6 \square' =$ obigem Erdmoment von 514,8.

Hieraus findet man $DB = 5'$ und $\frac{2}{3}$ davon $= 3\frac{1}{3}'$.

Der kubische Inhalt eines Mauerstücks von 16′ Länge ist incl. Fundament = 1695 C.′

3) Die senkrechte Futtermauer mit $\frac{1}{20}$ vorderer Böschung und Strebepfeilern. Dieser Fall ist wieder anders zu behandeln.

Das Erdmoment kann zwar in derselben Art, wie hier oben sub B. 2 gefunden werden, nämlich:

$$= \frac{200 . 20 . 20}{(28{,}3)^2} . 6{,}6 = 605 \text{ (1ster Abschnitt B. o.).}$$

Das Mauermoment dagegen ist für die Strebepfeiler und die zwischeninneliegende Mauer verschieden. Man muß daher die Momente eines Strebepfeilers und eines Mauertheils von 16′ Länge ohne Strebepfeiler einzeln berechnen, addiren, und die Summe, um sie auf 1 Fuß Mauerlänge zu reduziren, durch 16 dividiren.

a. Moment eines Strebepfeilers, nach Fig. 19 und 20.

$V =$ cubischer Inhalt des Strebepfeiler $= 420$ C′.

$FN = FC + DB + AN = 1' + DB + 3' = DB + 4'.$

Also Moment des Strebepfeilers $= FN . V = (DB + 4) . 420$
$= DB . 420 + 1640.$

b. Moment eines Mauertheils von 16′ Länge, ist ebenso wie oben sub 1 zu finden, nämlich:

$$= (DB^2 . \tfrac{1}{2} AB + DB . \tfrac{1}{20} AB^2 + \tfrac{1}{120} AB^3) 16$$

$$= (DB^2 . 10 + DB . 20 + 66{,}6) : 16.$$

Beide Momente zusammenaddirt und dem Erdmoment gegenübergestellt, geben:

$$\frac{DB . 420 + 1680 + (DB^2 . 10 + DB . 20 + 66{,}6) . 16}{16} = 605;$$

woraus DB = 4,78′ und nach der Reduction auf ⅔ davon DB = 3,18′ gefunden wird. Der cubische Inhalt dieses Mauerstücks von 16′ Länge incl. 1 Strebepfeiler, mit Einschluß der Fundamente, ist = 2205 C′.

4) Senkrechte Futtermauern mit zwei Fußbänken, ohne Strebepfeiler. (1ster Abschnitt B. p.) (Fig. 21).

Dieser Fall unterscheidet sich in der Behandlung wieder wesentlich von den drei erstgenannten Fällen, indem nach Fig. 21 der senkrechte Erddruck auf die Fußbänke AJ und HR zu berücksichtigen ist, und die Modulation der Mauerstärken nicht im Ganzen, sondern in einzelnen Abtheilungen von oben nach unten stattfinden muß.

Um nun sogleich zu einer Zahlenberechnung zu schreiten, ist:

a. zunächst die Dicke BD der oberen Mauerhälfte ABDF zu bestimmen. Diese Mauerhälfte darf nur so dick sein, daß sie nicht bei F von dem unteren Mauertheil abbricht. Wenn der Böschungswinkel BEA wiederum = 45° ist, so fällt dieser Fall mit No. 1 dieser Berechnungen zusammen. Absichtlich sind auch in diesem Theil von Fig. 21 mit Fig. 17 gleiche Buchstaben angenommen und in der dortigen Formel:

$$DB^2 + DB \cdot \tfrac{1}{10} \cdot AB + \tfrac{1}{60} \cdot AB^2 = \tfrac{1}{3} \cdot \frac{AB^2 \cdot BE^2}{AE^2}$$

sind hier AB = 10′, BE = 10′, AE = 14′; also obige Formel hier = $DB^2 + DB + 1{,}66 = 17$; woraus DB = 3,9 und auf ⅔ vermindert, DB = 2,6′.

b. Jetzt ist die Dicke der obersten Fußbank FGHJF zu bestimmen. Gegen diese drückt der Erdkörper HJABKH, annäherungsweise = 107 C′, so daß P (2ter Abschnitt A. 1) = 107 sein würde.

In der dortigen Formel $HK = HJ \cdot \frac{AB}{AE}$ ist nach Fig. 21,

HJ = 107, AB = 15, AE = 20′, mithin das dortige HK, welches in Fig. 21 durch AM auszudrücken ist, $= \frac{107 \cdot 15}{20} = 80$.

Dieses AM wird hier zunächst zerlegt in: AC, welches horizontal mit der Kraft (in Fig. 15 NQ) $= \frac{80 \cdot 15}{20} = 60$ wirkt und an dem Hebelsarm FG = 5′, den ganzen Mauertheil GDBAJH umzuwerfen sucht. Es ist hiernach:

1. das Erdmoment = 60 . 5 = 300.

Ferner sind bei Ausmittelung des Mauermoments 3 dem Umsturz der Mauer entgegenwirkende Momente zu berücksichtigen, nämlich:

aa. das Moment des Mauerkörpers **LBDG**, dessen Gewicht $Q = \frac{2,5 + 2,5 + 0,75}{2} . 15 = 43$, in der Entfernung **GN** = 1,5 von **G**, senkrecht abwärts zieht; wonach das Moment **aa** = 43 . 1,5 = $64\frac{1}{2}$ ist.

bb. Das Moment des Mauerkörpers **AJHL**, (worin die unbekannte Größe **AJ**) = (**AJ** . **JH**) . (**GL** + $\frac{1}{2}$ **AJ**)

$= AJ . 5 . (3,25 + \frac{1}{2} AJ) = AJ^2 . 2,5 + AJ . 16.$

cc. Der aus **AM** zerlegte senkrechte Druck der Erde **AO** = **AC** = 60, in der Entfernung **GL** = 3,25 wirkend, weshalb sein Moment = 60 . 3,25 = 195.

Diese 3 Momente bilden:

2. das Mauermoment = $64,5 + AJ^2 . 2,5 + AJ . 16 + 195$;
und beide Momente gegeneinandergestellt, geben:

$AJ^2 . 2,5 + AJ . 16 + 64,5 + 195 = 300$, woraus **AJ** = 1,7 und auf $\frac{2}{3}$ verringert **AJ** = 1,1′.

c. Endlich ist noch die Dicke der untersten Fußbank zu bestimmen. Da hier ganz ähnliche Berechnungen wie **ad b** statt finden, so soll hier nur das Resultat mit **HR** = 1,2′ hergesetzt werden.

Der Cubikinhalt dieser Mauer beträgt, incl. der Fundamente, welche hier mit Bezug auf den 1sten Abschnitt **B. p.** nur auf $\frac{1}{4}$ der Mauerhöhe, also nur 5′ tief angenommen worden, auf 16 Fuß Länge = 1699 C′.

5) Senkrechte Futtermauern mit zwei Fußbänken und mit Strebepfeilern wird man so stark als No. 4 machen, da nach Abschnitt 1. **B. q.** die Strebepfeiler nur gegen Geschützwirkungen angelegt werden und die obere Mauer nicht schwächer gemacht werden kann. Es wird der Cubikinhalt von 16 Fuß Länge einer solchen Mauer sein = 1786 C′.

6) Senkrechte Mauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern. (Zu Abschnitt 1. **B. r.**)

Bei Berechnung dieser Mauern wird die obere Hälfte **ACGH** nach Abschnitt 2 **B.** No. 4 behandelt, und demnach in dem angenom-

menen Beispiel oben bei **CG** = 2,5′, unten bei **AH** = 3′ dick. (Fig. 22.)

Die untere Hälfte besteht aus der Fußbank **HBEF**, welche durch die Strebepfeiler, wie **JKML** (Fig. 23) und die zwischen gespannten Gewölbebögen **NOP** (Fig. 23) und **HBRQ** (Fig. 22) gebildet wird, und aus der Blendungsmauer **HFDD** (Fig. 22), welche in den Gewölbenischen liegt.

Die unbekannte Größe ist hier die Breite **AB** des Banquets.

Um diese auszumitteln, wird die Zusammenstellung der zugehörigen Momente des Erddrucks und des Mauerdrucks erforderlich:

1) Moment des Erddrucks. Die Erde drückt längs den Linien **CA**, **AB** und längs den mit der Erde in Berührung stehenden Theilen der Gewölbebögen **BT** und der zwischenliegenden Strebepfeiler **BE** (Fig. 22). — Fig. 23 weist nach, wie die untere Begrenzung dieser Fläche durch **UVJKWX** bezeichnet wird.

Am bequemsten stellt sich die Berechnung, wenn man statt dieser gemischten Linie **UfVhJ KkWX** eine grade Linie **YZ** (Fig. 23) als untere Begrenzung der gegen die Futtermauer drückenden Erdmasse annimmt. Diese Linie ermittelt sich folgenderart:

Daß die Erde längs der Mauerfläche **abdc** (Fig. 23) anliegt, ist keinem Bedenken unterworfen. Der unterhalb dieser Fläche liegende, von der Erde berührte Mauerkörper ist auf 16′ Länge:

feV + **hiV** + **iJKg** = (7,5 + 7,5 + 32) □′ = 47 □′;

hieraus findet man die Tiefe **eY** der Linie **YZ** unter **eb** = $\frac{47}{16}$ = 3′ und die Tiefe **cY** = 3 + 2 = 5′. Diese Linie correspondirt mit dem Angriffspunkt **R** in Fig. 22 *).

Man ziehe demnach (Fig. 22) **Rl**, als die Rutschungslinie des Erdkörpers **RlCABR**, dessen Flächeninhalt, wenn man die unbekannte Fußbankbreite **AB** annähernd = 3′ annimmt (indem, wenn **DT** halbe Anlage, bei 8 Fuß = **ET** Höhe haben soll, **DE** = 4′ sein muß. Da

*) Daß dies Verfahren nur annähernd ist, zeigt sich beim Anblick der Figur. Die Unrichtigkeit, daß dadurch der Schwerpunkt zu hoch fällt, trägt indeß nur zur Erlangung einer dickeren Mauer bei, thut also der Standfestigkeit der Mauer keinen Schaden.

Da nun Du = 1' ist, so muß aus diesem Grunde AB = 3' sein), = 142 □' gesetzt werden kann. Die Entfernung des Schwerpunktes m von der Rutschungslinie Rl ist aus leicht zu construirenden Elementen, wozu die Hülfslinien in Fig. 22 angegeben sind = mn = 7,38' ausgemittelt und da die schräg abwärts wirkende Kraft mo bei o in die Fußbank einschneidet, so ist der Hebelsarm des nach außen in der Richtung oH horizontal schiebenden Erddrucks = BE = 10'. Diese Kraft, welche wir mit oH bezeichnen wollen, ist dasselbe, was NQ in Fig. 15 (2ter Abschnitt A. 1. II.) ist. Was dort HJ, ist hier = 142', das dortige AB = Rr = 15', AE annähernd hier = 23'; also das dortige $HK = \frac{HJ \cdot AB}{AE} = \frac{142 \cdot 15}{23} = 92.$

Ferner ist das dortige $NQ = \frac{HK \cdot BE}{AE}$, da man BE = 17' annehmen kann, hier $= oH = \frac{92 \cdot 17}{23} = 68$, und demnach das Erdmoment = BE . oH = 680.

2) Moment des Mauerdrucks. Dieses zerfällt in drei Theile:

a. Das Moment des Mauerdrucks von $GFDs = \frac{FD + Gs}{2}$ $\times Gs \cdot \frac{1}{2} FD = 1{,}5 \cdot 20 \cdot 1 = 30.$

b. Das Moment des Erddrucks der Strebepfeiler, wie DEBH, in Folge ihrer eigenen und der auf ihnen lastenden Mauer- und Gewölbemasse. Da in dem vorliegenden Beispiel die statischen Momente nur auf 1 Fuß von der Längenfront berechnet werden, so werden hier die Mauermassen, welche summarisch auf 16 Fuß Länge drücken, berechnet und dann durch 16 dividirt. Oben sub 1 ist bereits der Quadratinhalt von der unter der Linie ab (Fig. 23) gelegenen Mauerfläche mit . . . 142 □' berechnet, dazu der Theil
ccgM = 2 . 16 = 32 „
Summa 174 □'. Daher $\frac{174}{16} = 10{,}9'$ die Höhendimension auf 1 Fuß Länge; dies mit dem unbekannten AB multiplicirt, giebt AB . 10,9 als einen Theil des Mauerdrucks.

Der zweite Theil ist = AC . tA 10 . 1,5 = 15.

Diese beiden Theile = AB . 10,9 + 15 wirken nach Fig. 22 an dem Hebelsarm Fu = 2 + Du = 2 + ½ DE = 2 + ½ (tA + AB) = 2 + ½ (1,5 + AB) = 2,75 + 0,5 . AB.

Hiernach ist das Mauermoment b. =

(AB . 10,9 + 15) . (2,75 + 0,5 . AB)
= 5,5 . AB^2 + 37,4 . AB + 41.

c. Das Moment des senkrechten Erddrucks auf die Fußbank AB. Dieser ist, wie oben ad 4, = dem horizontalen Schube = 68, und der Hebelsarm Fp = FD + Dv + Ao = 2′ + 1′ + ⅓ AB annäherungsweise, wonach das Moment c = (3 + ⅓ AB) . 68 = 204 + 22,6 . AB. Obige 3 Momente ad 2, den Momenten ad 1 gegenübergestellt, giebt:

30 + 41 + 5,5 . AB^2 + 37,4 . AB + 204 + 22,6 . AB = 680; oder AB^2 . 5,5 + AB . 60 = 405, woraus AB = 3,1′; davon ⅔, nach der obigen Annahme, giebt AB = 2,1′; so daß die in Bezug auf die Böschung DT angenommene Länge von AB = 3′ in statischer Hinsicht mehr als hinreichend ist.

Der cubische Inhalt dieser Mauern beträgt auf 16′ Länge, incl. 5′ tiefer Fundamente = 1557 C′.

7) Bei Futtermauern mit Hinterböschung (1ster Abschnitt B. s. Fig. 14) kommt es nach der angezogenen Stelle vorzüglich nur auf die Cohäsion der Mauer OPRQ an, indem sie grade vermittels des hinter ihr wirkenden Erddrucks Ts eine Absteifung gegen den in der Richtung Za gegen sie wirkenden äußeren Druck bilden soll. Auch ist aus diesem Grunde nur eine geringere Tiefe, etwa ⅕ der Mauerhöhe PO, für die Fundamente Pb nöthig, wogegen in Entfernungen von 16′ auseinander, schmale und nur 3′ breite Strebemauern PbcV gegen die Casemattenfundamente angelegt werden müssen. —

Man wird daher diese Mauern am natürlichsten nach der Theorie der Gewölbewiderlager behandeln. In Ermangelung derselben muß man sich dabei jedoch vorläufig der praktischen Regel bedienen, wonach bei freistehenden Gewölben in der Höhe zwischen dem Extrados f des Gewölbebogens und dessen horizontalem Auflager ge eine Hintermauerung von der Stärke des Gewölbebogens hcdi statt finden mußte, hier aber wegen des hinterliegenden Erddrucks nur die halbe

Dicke für diese Hintermauerung angenommen werden darf. Es sei also z. B. **P**$=20'$, **Pg** $= 10'$, **gh**$=12'$, also **dX**$=6' \times$ **dF**$=8'$; so ist ge $=$ gh $+$ he $= 2' + 1' = 3'$. Der obere nur 2' hohe Mauertheil **aOki** wird eben so dick, und da (2ter Abschnitt **A. 1 d.**) für die Cohäsion unten $\frac{1}{8}$ mehr als oben für jede Mauer zu rechnen ist, so wird **PR** $= 3 \cdot (1 + \frac{1}{8})$ etwa $= 4$. Hierdurch wird die Erdlinie der Mauer eigentlich auf **kideR** ausgemittelt, für welche man lieber die gerade Linie **QR** nimmt.

Eine solche Mauer enthält auf 16' Länge 1528 Cubikfuß.

C. Stärke der beiden Arten der Futtermauern, mit Rücksicht auf das feindliche Geschützfeuer.

Da Futtermauern, wenn sie dem feindlichen Geschütz ausgesetzt sind, immer eine Brustwehr über sich haben werden, so wird bei einer normalen Annahme von 10' Brustwehrhöhe über dem Mauercordon (nach Abschnitt 2 **A. XV.**), zu der äußeren Höhe, in unseren Beispielen von 24', noch $\frac{3}{4}$ dieser Zahl addirt, mithin ihre Stärke mit Bezug auf $(24 + \frac{3}{4}\,10') = 31{,}5'$ Höhe beurtheilt werden müssen.

Nach Abschnitt 1 lit. l. sind nur 2 Arten der Breschemauern in Betrachtung zu ziehn, nämlich:

1) **Breschmauern, ohne Fußbank und mit gewöhnlichen Strebepfeilern.**

Wie dick diese Mauern gegen das Geschützfeuer werden müssen, ist bereits in Abschnitt 1 lit. l. No. 1 bestimmt worden. Die dort angegebene Dicke beträgt bei 24' Höhe 6' oben am Cordon und $7\frac{1}{2}'$ an dem Fundament. Die nach Abschnitt 2. **B.** No. 3 gegen den bloßen Erddruck einer 20' hohen Mauer zu gebende Dicke beträgt dagegen oben 3,18' und unten 4,18'. Wird in der zugehörigen Berechnung, nach **Fig.** 19, **AB** $= 31{,}5'$ gesetzt, so wird:

a. Das Erdmoment $= \frac{31{,}5\,.\,31{,}5}{2}\left(\frac{31{,}5\,.\,31{,}5}{2\,.\,31{,}5^2}\right).\frac{1}{3}.31{,}5$

$= 2482 =$ **A.**

b. Das Mauermoment.

Der cubische Inhalt eines Strebepfeilers von 31' Höhe beträgt (nach 1sten Abschnitt f.) $7\,.\left(\frac{4\frac{1}{2}+3}{2}\right).\,31{,}5 = 1162,$

also sein statisches Moment

$$= (DB + 1 + 3{,}75) \,.\, 1162 = DB \,.\, 1162 + 5670 = B.$$

Der Moment eines Mauertheils von 16 Fuß Länge ist

$$= \left(DB^2 \tfrac{1}{2} \,.\, 31{,}5 + DB \,.\, \frac{1}{31{,}5} \,.\, 31{,}5^2 + \tfrac{1}{120} \,.\, 31{,}5^3\right) .\, 16 = C.$$

Da nun

$A = \dfrac{B + C}{16}$; so findet man, wenn man die Berechnung durchführt und $\frac{2}{3}$ der für DB gefundenen Dicke annimmt, $DB = 5{,}8'$; so daß bei diesen Breschmauern die obere Dicke von 6′, welche gegen die Geschützwirkung als nothwendig angenommen wird, auch nur hinreichend und überflüssig groß ist, um dem hinteren Erddruck und dem Druck einer 10 Fuß hoch über der Mauer aufgeschütteten Erdbrustwehr zu widerstehen.

2) Breschmauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern.

Es läßt sich vorweg übersehn, daß der statische Widerstand der nach Fig. 5 zu construirenden Breschmauer mehr als hinreichend dem Erddruck hinter und über demselben gewachsen ist. Eine Ausmittelung von unbekannten Mauerstärken läßt sich bei einer genauen Berechnung dieser Mauer ohnedies nicht erreichen, indem dieselbe schon aus den im 1sten Abschnitt I. 2 entwickelten Gründen feststehen und keine Aenderung zulassen.

Gegenstand einer Berechnnng derselben kann also nur das Verhältniß sein, in welchem diese Mauern stärker sind, als sie nach blos statischen Regeln sein müßten, um dem Druck der hinter und über ihnen gelagerten Erde zu widerstehn, und um unter diesen Umständen einem nutzlosen Calcül aus dem Wege zu gehn und ein Beispiel leichter annähernder Zusammenstellungen zu geben, wird folgendes Verfahren eingeschlagen.

a. Nach dem 2ten Abschnitt A. 2 f. Anmerk. verhält sich die Dicke einer Mauer von 20 Fuß Höhe ohne Brustwehr zur Dicke einer eben so hohen Mauer mit Brustwehr, wie $5\frac{1}{3}$ zu $7\frac{1}{3} = 8 : 11$; die Druckhöhen dieser Erdmassen aber stehn ebenfalls in dem Verhältniß $20 : 27\frac{1}{2} = 8 : 11$. Man kann ferner für den vorliegenden Ueberschlag die Dicke einer senkrechten Mauer von 10 Fuß Höhe ohne

Strebepfeiler von 2,5′, nach dem 2ten Abschnitt B. 6 für die nur 8′ hohe Mauer mit Strebepfeilern GTUa gewiß als ausreichend annehmen. Nach diesen beiden Annahmen würde demnach die Mauer GTUa mit einer Erdbrustwehr versehn, $2,5 \cdot \frac{11}{8} = 3,4'$ stark werden müssen. TU ist aber 4,5′ stark, also über ¼ mehr als hinreichend.

b. Es läßt sich übersehn, daß die ganze Mauer (Fig. 5) aUT GZc, im Profilinhalt von 176 □ Fuß, auch ohne Strebepfeiler und deren Ueberwölbung dem Erddruck von der Seite und von oben widerstehen würde. Denn die ähnlich construirte Mauer mit zwei Fußbänken (Fig. 21) hat nur 84 □ Fuß bei 20 Fuß Höhe; sie würde also bei 27½ Fuß etwa $84 \cdot \frac{11}{8} = 139$ □ Fuß Profilfläche haben müssen, um dem Seitendruck und zugleich der Brustwehr gewachsen zu sein; so daß die Mauer aUTGZc schon an sich um ¼ dicker ist, als sie des Erddrucks wegen sein müßte.

c. Die überwölbten Strebepfeiler mit der auf sie drückenden Erde geben aber außerdem noch ein senkrecht herabdrückendes Mauermoment, welches nach einem Ueberschlage zweimal so groß ist, als das Moment der Mauer ad b.

Es hat daher die nach Fig. 5 construirte Breschmauer eine mehr als 2¼ mal größere Kraft, dem hinter und über ihr liegenden Erddruck zu widerstehen, als sie haben darf und als die Breschmauer No. 1, ohne Fußbank und mit gewöhnlichen Strebepfeilern, wirklich nur hat.

Schluß.

Aus obigen Betrachtungen folgt:

a. Hinsichts der dem feindlichen Geschützfeuer ausgesetzten Futtermauern, daß die Breschmauer mit einer Fußbank und mit überwölbten Strebepfeilern (1ster Abschnitt A. 1. 2) bei gleichem Cubikinhalt

einen viermal so großen Widerstand gegen die Breschelegung und einen 2¼ mal so großen Widerstand gegen den Erddruck leiste, als die Breschmauer ohne Fußbank nnd mit gewöhnlichen, nicht überwölbten Strebepfeilern. (1ster Abschnitt A. l. 1)

b. Wenn Futtermanern dem feindlichen Geschützfeuer nur auf kurze Zeit oder aus großen Entfernungen ausgesetzt sind, so wird man sich am vortheilhaftesten der Futtermauern mit zwei Fußbänken, nach Umständen mit oder ohneStrebepfeiler (1ster Abschnitt B. q. und p.) bedienen.

c. Wenn Futtermauern dem feindlichen Geschützfeuer gar nicht und blos dem Erddruck widerstehn sollen, so verdienen unter allen übrigen die Futtermauern mit einer Fußbank und überwölbten Strebepfeilern (1ster Abschnitt B. r.) den Vorzug, wenn man gutes Mauermaterial hat, welches zu den dabei erforderlichen dünnen Mauern und zu den Wölbungen geeignet ist.

d. Besitzt man in dem Fall c. nur rohe Bruchsteine, so werden die inclinirten Mauern (1ster Abschnitt B. n.) die vortheilhafteste Anwendung finden.

e. Senkrechte Futtermauern mit und ohne Strebepfeiler stehn den ad b. bis d. erwähnten Arten unter allen Umständen nach.

f. Die im 1sten Abschnitt B. s. erwähnten Futtermauern mit innerer Böschung sind nur bei Gegenstrebungen gegen einen von außen her gegen dieselben wirkenden Druck anwendbar.

Obige Arbeit beweist die Richtigkeit der in der Einleitung aufgestellten Behauptung, wie viel Anderes zur Beurtheilung der Wahl, Construction, und der Stärke einer Futtermauer gehöre, als eine bloß allgemeine Theorie über die wahrscheinliche Art der Wirksamkeit der dazu gehörigen Kräfte, welcher die Unterlage der Erfahrung fehlt. Auf dem hier angedeuteten Wege bleibt für den höheren Calcul und für Versuche, welche bei dem großen Kostenaufwande für die Futtermauern wohl der Mühe werth wären, noch viel zu leisten übrig.

Bis dahin aber, daß dies einstmals geschehen dürfte, werden die angegebenen Betrachtungen und Regeln hoffentlich den dienstthuenden Kameraden des Ingenieurcops einen brauchbaren Fingerzeig für diese wichtigen Fragen geben, und ihnen mehr Licht und Beholfenheit, um in jedem einzelnen Fall den Umständen gemäß das Beste zu wählen (welches ja nicht immer das alte sein darf) darbieten, als eine Menge von Tabellen, die nur brauchbar zum Nachschlagen, aber nicht zum Nachdenken sind.

XVII.

Beschreibung
einer einfachen Vorrichtung, die Geschwindigkeit der Kugeln zu messen *).

Vom Obersten v. Decker.

(Nebst einer Zeichnung auf Tafel 2.)

---

1) Man zimmert von leichtem Holze drei Rahmen **A, B, C, Fig. I.**, beiläufig 6' hoch und $2\frac{1}{2}$' breit. **Fig. II.** stellt einen solchen Rahmen von vorne dar. Oben in der Mitte befindet sich eine kleine Rolle **a**, welche äußerst leicht spielen muß, was eben nicht schwer einzurichten ist.

2) Man zimmert ferner einen vierten Rahmen **D (Fig. I.)** von 3' Breite, aber 9' Höhe. — **Fig. III.** stellt denselben von vorne dar. Oben in der Mitte befindet sich ebenfalls eine Rolle **b.** von leichter Spielung.

---

*) Ich schmücke mich niemals mit fremden Federn, und bemerke hier, daß die Idee zu dieser Vorrichtung nicht mir angehört; ich habe sie auf meinen Reisen irgendwo gesehen, bin aber nicht im Stande zu sagen, wo es gewesen ist, besitze auch keine Zeichnung davon, sondern gebe die beigefügte aus dem Gedächtniß wieder. Vielleicht veranlaßt meine unvollkommene Beschreibung eine gütige Mittheilung derjenigen Artillerie, welche eine solche Vorrichtung besitzt und bereits Versuche mit ihr angestellt hat. Wir Alle würden dafür sehr dankbar sein.

D.

3) Die beiden Seitenständer des Rahmens haben Falze, zwischen denen eine Zielscheibe E (Fig. III.) sich auf- und niederbewegen kann. Damit diese Bewegung so leicht als möglich erfolgen kann, ist zweierlei nothwendig:

a. Die Ständer D müssen genau lothrecht stehen.

b. Sie müssen mit Frictionsrollen C versehen sein, zwischen welchen die Scheibe E auf- und niedergleiten kann.

4) Die Scheibe E besteht aus einem leicht gezimmerten Rahmen, der mit dünnem Papier überspannt ist. Auf ¼ von unten hat die Scheibe ein mit schwarzer Farbe gemaltes rechtwinkliches Kreuz d.

5) Die 4 Rahmen A, B, C, D stehen einer hinter dem anderen, genau allignirt und jeder vom anderen 16⅔ Fuß entfernt, so daß der letzte Rahmen D mit der Scheibe E genau 50 Fuß vom vorderen Rahmen A entfernt steht.

6) Die Scheibe E hängt an einem Faden von beiläufig 60 Fuß Länge. Derselbe wird zuerst über die Rolle b, sodann über die 3 Unterstützungsrollen a geführt, von der letzteren (vordersten) genau lothrecht herunter, und an den Haken e (Fig. II.), der sich in der Mitte des Rahmens A auf seiner Schwelle befindet, festgeknüpft.

Dieser Faden muß so schwach als möglich und eben noch stark genug sein, die Last der Scheibe E zu tragen.

7) Der letzte Rahmen D wird in eine Ausgrabung des Horizontes gestellt, damit die Scheibe E eine hinreichende Falltiefe bekommt.

8) Das Feuergewehr wird so gestellt, daß die verlängerte Axe der Seele genau auf das Kreuz d (Fig. III.) der Scheibe trifft. Wie weit der vordere Rahmen A von der Mündung entfernt gestellt werden muß, damit das Feuer oder der Luftdruck ihnen keinen Schaden bringen, kann nur die Erfahrung bestimmen. Je näher er an die Mündung gebracht werden kann, desto besser wird es sein.

9) In dem Vorigen sind nur die Grundzüge zum Bau einer solchen Vorrichtung beigegeben. Die Details wird ein geschickter Baumeister bald herausfinden. Man müßte zuerst ein Modell (vielleicht für Pistolen) bauen, um die rechten Abmessungen zu ermitteln.

10) Daß bei der Aufstellung Alles in das rechte Niveau und in die rechte Linie gebracht werden muß, versteht sich von selbst.

11) Sobald die abgeschossene Kugel den Faden ae (Fig. II.) trifft, wird sie ihn zerschneiden, und in demselben Augenblicke wird die Scheibe E zu fallen beginnen. Die Kugel wird dadurch ein Loch g in das Papier schlagen, welches höher liegt, als das Kreuz d in Fig. III. Dies ist der ganze Mechanismus und zugleich der Zweck der ganzen Vorrichtung.

12) Die Elemente für die Rechnung werden folgende sein.

a. Die Entfernung der Mündung von dem vorderen Rahmen, in Fußen.

b. die Länge des Weges, den die Kugel bis zur Scheibe zurückgelegt nämlich 50 Fuß.

c. Die Höhe (Tiefe), welche die Scheibe in eben dieser Zeit lothrecht herabgefallen ist, in Fußen und Zollen, was sich vermöge des Lochs g, das die Kugel schlägt, leicht messen läßt.

13) Aus dem Raum ad c. läßt sich die Zeit berechnen, welche die Scheibe gebraucht hat, um von d (Fig. III.) bis g herabzufallen und diese Zeit ist wieder die nämliche, welche die Kugel gebraucht hat, um von dem vorderen Faden bis zur Scheibe (50 Fuß) zu durchlaufen.

14) Hält man mehrere Scheiben in Bereitschaft, und richtet den Fallrahmen D so ein, daß die Scheiben leicht und bequem ausgewechselt werden können, so kann man den Versuch so oft wiederholen, bis ein entsprechendes Mittel sich herausstellen läßt.

15) Ich will keineswegs behaupten, daß diese Vorrichtung für das Messen der absoluten Geschwindigkeit einer abgeschossenen Kugel ausreichen wird, allein sie wird zu allerhand nützlichen Vergleichen Gelegenheit bieten, z. B. wenn man mit zweierlei Ladungen schießt, die eine vielleicht halb so groß wie die andere. Man wird dann zweierlei Fallräume, zweierlei Fallzeiten und zweierlei Flugzeiten für 50 Fuß Schußbahn 2c. erhalteu, worauf sich schon einige Kalküls gründen ließen.

16) Es gilt die Frage, ob, wenn man Geldmittel genug hat, nicht noch mehr Zwischenrahmen aufstellen kann, um vielleicht die Fadenlänge auf 100 Fuß zu bringen. Jedenfalls möchte ein Versuch wohl der Probe werth sein. Besser als der Grobertsche Papierzylinder ist diese Vorrichtung gewiß.

17) Ein Experiment anderer Art ließe sich ebenfalls mit dieser Vorrichtung anstellen, nämlich um zu erfahren, ob der Rücklauf erst dann eintritt, wenn die Kugel das Rohr bereits verlassen hat, oder etwa schon früher. Zu dem Ende läßt man den Faden weg und unterstützt die Scheibe mittelst eines Keils; an diesem Keil bringt man eine Schnur an, und befestigt das andere Ende an die Mittelachse des Geschützes. Sobald der Rücklauf eintritt, wird die Schnur angezogen, der Keil zieht sich unter der Scheibe weg, und diese fällt herunter. Findet man nun den Abstand dg (Fig. III.) eben so groß wie früher, so muß nothwendig der Rücklauf in dem Augenblicke begonnen haben, daß die Kugel sich in Bewegung setzte. Findet man aber den Abstand dg kleiner, so ist der Rücklauf erst später eingetreten rc.

Man wird dadurch zwar nichts Neues erfahren, allein eine sinnliche Anschauung, ein praktisches Bestätigen theoretischer Wahrheiten, ist auch schon etwas werth.

18) Ich begnüge mich, hier ein Paar Fälle angeführt zu haben, wo die Vorrichtung wirklich nützliche Dienste leisten wird; bin aber überzeugt, daß, wenn man nur erst die Sache probirt, Scharfsinn und Zufall auf manche Idee der Erweiterung des Versuchs noch führen werden. Der Artillerist soll keine Gelegenheit versäumen, sich anschauliche Belehrung zu verschaffen, und in letzter Instanz, d. h. wenn die Vorrichtung sich nicht bewähren sollte, so werden ja die gehabten Ausgaben nicht so bedeutend sein, um nicht den Fehlgriff zu verschmerzen. Es haben schon ganz andere Summen aufgewendet werden müssen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß man sich geirrt hatte. Der Artillerist muß überhaupt niemals sagen: „Das geht nicht!“ sondern „Das ging nicht!“

XVIII.

Nachtrag
zur
Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Vom Hauptmann Slevogt.

(Fortsetzung.)

1613. **Diego Uffano.** Trattado de artilleria y uso de ella platicado por el Capitan Diego Uffano. — en Brussellas 1613. Deutsche Uebersetzungen Frankfurt 1621 und Zütphen 1630. — Französische, Zütphen 1621. — Rouen 1630. — Frankfurt 1614. Auszug im Handb. pag. 52.

1614. 1) **Errard de Bar le Duc** (nach Hoyer Gerhard von Herzogenbusch). La fortification demontrée. 1614 — 1617. Der Autor beschäftigt sich viel mit den Wirkungen der Artillerie. Auszug im Handbuch pag. 54.

2) **Rönni.** Bellaria. — Parisii 1614.

1616. Büchsenmeister-Compendium. Strasburg 1616.

1617. 1) **Glitrofavorinus.** Discursus defensivus jurifactitius h. c. modus et usus fundarum. 1617.

2) **J. J. v. Wallhausen.** Archilei Kriegskunst, darin gelehrt und fürgetragen werden die Initia und Fundamenta dieser edlen Kriegskunst, vor diesen niemals also compendiose,

methodice, dilucide und recte an den Tag gegeben. Hanau 1617. Auszug im Archiv VII.

3) **Pontanus.** Attica bellaria. Augusta Vindelicorum 1617.

4) du **Praissac.** Questions militaires — auch Discours militaires 1617 — 1622. Auszug Archiv VIII.

1618. 1) Kunstbüchlein von Geschütz und Feuerwerken. 1618.

2) **Heinrich Lautensack.** Geometrische Büchsenmeisterei. 1618.

3) **Hans Buhlen** oder **Suhlen.** Büchsenmeisterbuch, in zwei Theile unterschieden. Hamburg 1618. — Auszug im Archiv VII.

1619. 1) **Theodor de Bry.** Kunstbüchlein von Geschütz und Feuerwerk. Frankfurt 1619. Wahrscheinlich eine zweite Ausgabe von dem 1618 No. 1 angeführten Buch. — Auszug Archiv II.

2) **Röbel.** Bericht von ernsthaften Feuerwerken. 1619.

3) **Kobel.** Abhandlung über die Kriegsfeuerwerke. 1619.

1620. 1) **Christophorus Besoldus.** De bombardis. 1520.

2) **Thybourel** (Francois) et **Hanzelot** (oder Hanzelet), (Jean Appier, auch Lorrain genannt). Récueil de plusieurs machines militaires et feux artificiels pour la guerre et la récréation. 1620. Zweite Ausgabe. Pont à Mousson 1630. Unter dem Titel: La pyrotechnie par Hanzelot. Auszug im Handbuch pag. 54.

1621. 1) **Pietro Sardi.** (Romano.) L'artigleria, divisa in tre libri. Venezia 1621.

2) **Sardi e Cantano.** L'artigleria. — Sopra le macchine antiecche ed arme per offendere il nemico. Venezia 1621. — Bologna 1689.

3) **Oplomachia** nella quale si tratta della teoria e pratica, del maneggio e dell' uso delle armi. Siena 1621.

1624. 1) **Schwachius.** Diskurs von der Artillerie. Dresden 1624. — In demselben Jahre eine italienische Uebersetzung. Der Verfasser war Pfarrer in Ebersbach bei Dresden: das Buch selbst bietet kein näheres Interesse dar.

2) Henricus Hondius. Kurze Beschreibung und Generalregeln der Fortifikation, Artillerie, Munition. 4 Theile. Gravenshaag 1624. Ursprünglich holländisch. Neue Ausg. 1625. Französische Uebersetzungen à la Haye 1625.

1625. Ammon. Armamentarium principale, oder Kriegs-, Munitions- und Artillerie-Buch. Frankfurt 1625. Soll eine Bearbeitung des de Bryschen Werks von 1619 sein.

1626. Uttenhofer. Circulus gemetricus. Norimbergae 1626. — Der Verfasser war Bürger in Nürnberg: sein Instrument ist eine Art von Alidaden-Transporteur in großem Maaßstab ausgeführt und von ihm zu allerhand Messungen, so wie zum Richten der Geschütze vorgeschlagen.

1627. Richelieu umschließt das von den Protestanten besetzte Rochelle mit einer 3 Lieues langen Circumvallationslinie, zu deren Deckung 13 Batterien aufgeworfen werden. Der Kanal, welcher die Verbindung der Stadt mit dem Meere bildet, wird durch einen Damm mit Durchlaß gesperrt und mit zwei stark bewaffneten Forts und mehreren Batterien gedeckt. (Zeil.)

Literatur.

1) Furtenbach (Joseph). Salnitro-pyrobolia oder Beschreibung einer neuen Büchsenmeisterei. Ulm 1627.

2) Furtenbach (Joseph). Mannhafter Kunstspiegel der Feuerwerk-Büchsenmeisterei. Ulm 1627. — Augsburg 1663. Auszug im Archiv II. und VIII.

3) Thomas Smith. The whole art of gunnery with additions concerning fireworks. London 1627. Zweite Auflage unter dem Titel: The complete souldier, containing the whole art of gunnery with certain new and rare additions concerning fireworks. London 1628. Wahrscheinlich ist dies Werk eine Umarbeitung des im Jahr 1600 erschienen Werks desselben Verfassers.

1628. Robert Northon. The gunner, shewing the whole practice of artillery. London 1628. 1682.

1629. François de Malthe (oder Malthus). Traité de fortification et des feux d'artifice. 1629. Spätere Ausgabe von

1631 unter dem Titel: Traité des feux artificiels pour la guerre et pour la récréation. Paris 1631.

1630. Cammin in Pommern ergiebt sich an Gustav Adolph mit 1500 Mann Infanterie, 400 Mann Kavallerie und 2 Kanonen. (Gualdo.)

Literatur.

1) Ericius Puteanus. Dissertatio de belli fulmine Langreano, quo plures (tres) ordine et distincto incendio globi ex uno eodemque tormento exploduntur. Brüssel 1630. Französische Uebersetzung 1640, wo der Verfasser Luteanus genannt wird. Das von dem spanischen Mathematiker Michael Langreno angegebene Geschütz scheint eine Art Espingole gewesen zu sein, jedoch mit 3 Mündungen.

2) Joseph Furtenbach. Architectura Martialis, d. i. Gedanken über das, zu Geschütz und Waffen gehörige Gebäu. Ulm 1630.

3) Thomasseau. Traité de pyrotechnie. 1630.

1631. Gustav Adolph beschießt Greifenhagen aus 26 Geschützen, welche in 2 Stunden die Mauer niederwerfen. Die Kaiserlichen ziehen sich in den Abschnitt, wo sie von den Schweden mit 3 durch die Bresche eingebrachte Geschütze beschossen werden. Bei dem Angriff auf Tangermünde öffnen die Schweden das Thor mittelst der Petarde. — Der Kurfürst von Sachsen bricht mit 16,000 Mann, worunter sich jedoch bewaffnete Landleute befinden, und 28 Geschütze auf, um sich mit Gustav Adolph zu vereinigen. Auf dem Marsche zur Schlacht von Breitenfeld folgen der sächsischen Infanterie 16 schwere Kanonen und 26 Regiments-Geschütze, welche Gualdo „pezzi di sacchetti" nennt, wahrscheinlich weil sie vorzüglich zum Schießen von Beutelkartätschen bestimmt waren. Bei den Schweden ist die Infanterie der Avantgarde unter Banner in 6 große Bataillons, jedes von 1500 Mann, getheilt und in jeder Intervalle Bataillons stehen 5 Kanonen (di nuova invenzione) also wahrscheinlich Wurmbrandsche (molto leggieri ed aggevoli al manneggiarsi, per scaricarli pieni di sacchetti di palle di moschetto) und vorzugsweise zum Schießen von Beutel-

kartätschen, die mit Musketenkugeln gefüllt waren, bestimmt. Die Infanterie des Haupttreffens unter Horn ist ebenfalls in 6 Bataillons getheilt und 30 Geschütze sind ihr beigegeben. In Tilly's Schlachtordnung hat die Avantgarde gar kein Geschütz. Die ganze Artillerie ist in einer vortheilhaften Stellung vereinigt. Die Sächsische Reiterei leidet besonders durch ihr Feuer. Wallenstein ernennt die Grafen Gallas, Mansfeld, Altringer und Ernst Montecuculi zu Generalen der Artillerie. (Gualdo.)

Literatur:

François de Malthe. Instruction sur le fait de l'artillerie. Paris 1631 — 1633. Auszug im Archiv **VIII.**

1632. Tilly wird bei Rain am Lech durch den Schuß eines Sagro verwundet. — Bei Lützen hat Gustav Adolph vor dem rechten Flügel 20, vor dem linken eben so viele, 26 schwere Geschütze aber vor dem Zentrum der Infanterie (vgl. unsern letzten Nachtrag). Die Kaiserlichen haben 7 schwere Geschütze im Zentrum und 17 auf ihren rechten Flügel, an den Lützener Windmühlen. Pappenheim bleibt durch eine Kanonenkugel. Die Kaiserlichen verlieren einige schwere Kanonen wegen Mangel an Pferden. (Gualdo).

(Fortsetzung folgt.)

Inhalts=Verzeichniß des dreizehnten Bandes.



Verbesserungen in dem Aufsatz XIII. des Archivs für das K. P. Artillerie- und Ingenieur-Corps.

Seite	Zeile	von		statt	lies
Seite 116	Zeile 5	von unten	statt	2,44	lies 1,44.
"	"	"	"	(3	" β.
" 172	" 12	" oben	"	Geschwindigkeit v	lies: Geschwindigkeit, welche der der Geschwindigkeit v.
"	" 4	" unten	"	$\frac{\mathfrak{g}}{o^2}$	lies $\frac{\mathfrak{g}}{c^2}$.
" 175	" 7	" oben	"	$d^3\xi$	" $d^3\zeta$.
"	" 16	"	"	$=n$	" $-n$.
"	" 2	" unten	"	$4\xi\,\frac{1}{2}^{3}$	" $4\xi + \frac{1}{2}^{3}$.
" 176	" 1	" oben	"	$\frac{u}{9}$	" $\frac{u}{\mathfrak{g}}$.
" 177	" 3	"	"	$\mathfrak{g}$	" ϱ.
"	" 11	"	"	$\frac{2ac}{b}$	" $\frac{2ac}{b^2}$.
" 183	" 4	" unten	"	0,000009752	lies 0,0000009752.
" 185	" 6	" oben	"	ϱ_1	lies $\frac{1}{\varrho_1}$.
" 186	" 15	"	"	fehlt am Ende der Zeile — δ.	
"	" 16	"	"	fehlt am Ende der Zeile — δ.	
"	" 17	"	"	fehlt am Ende der Zeile — δ.	
"	" 18	"	"	fehlt am Ende der Zeile — δ.	
" 192	" 5	"	"	statt $p_1\ p_2\ p_3$	lies $p_1 + p_2 + p_3$.

Wilhelm v. Rouvroy,
Hauptmann.

